

**Mosca-da-couve, *Delia radicum* (L.) (Diptera:
Anthomyiidae): método de criação em laboratório e
avaliação de parâmetros biológicos**

João Francisco de Sousa Vaz

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Agrónómica,
área de especialização Proteção de Plantas

Orientadores: Professora Auxiliar Elisabete Figueiredo
Doutora Elsa Borges da Silva

Juri:

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professora
Associada com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade
de Lisboa

Vogais: Doutor António Maria Marques Mexia, Professor Catedrático,
Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa
Doutora Elsa Maria Borges da Silva, Investigadora Auxiliar do Instituto Superior
de Agronomia da Universidade de Lisboa, Orientadora

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado no âmbito do Projeto ProDeR Safebrocolo nº 57152, financiado pelo ProDeR, medida 4.1., cooperação para a inovação “Melhoria do sistema produtivo com base em modelos de risco para alternaria e mosca da couve”.

Ao Eng. Humberto Bizarro/HortaPronta e aos agricultores pela possibilidade de recolha de material biológico

Agradeço à Mestre Catarina Mourato, à Doutora Elsa Borges da Silva e a Professora Doutora Elisabete Figueiredo e às restantes pessoas do laboratório de entomologia, que sempre me acompanhara e ajudaram em todas fases da Tese, sendo para além disso sempre uma boa companhia em todas as situações.

Agradeço a minha família. E por último e em nada menos importante agradeço à Margarida por sempre me ter ajudado em tudo o que lhe foi possível, dando força, fazendo companhia e apoiando a todos os níveis.

RESUMO

No âmbito deste trabalho desenvolveu-se um método de criação para mosca-da-couve, *Delia radicum* (L.) (Diptera: Anthomyiidae), em laboratório que se optimizou, posteriormente, com estudos de desenvolvimento a diferentes temperaturas e do sistema reprodutivo. Para a criação foram usadas plantas pequenas de couve-brócolo para o estímulo visual e olfativo para as posturas, nabo como fonte de alimentação das larvas, e água com mel (1:1) e levedura de cerveja para alimentar os adultos.

Foram usadas no ensaio de desenvolvimento as temperaturas de 15, 20, 22 e 25°C, tendo-se obtido valores mais elevados de velocidade de desenvolvimento larvar e total a 25°C, e embrionário e pupal a 22 e 25°C. A duração do desenvolvimento de machos e fêmeas não foi estatisticamente diferente, exceto no caso do desenvolvimento total a 15°C, mais elevado nas fêmeas. O valor estimado para o zero de desenvolvimento não é biologicamente aceitável e a constante térmica estimada (904,7 °Cdia) poderá também não estar correta, provavelmente por não se poder assumir como retilínea a curva de desenvolvimento na zona usada para a estimação. Para melhorar esta estimação teria de ser avaliada a velocidade de desenvolvimento a mais temperaturas, pelo menos uma intermédia, uma superior e uma ou duas inferiores.

Existe uma forte seleção sexual por parte das fêmeas na aceitação do macho para o acasalamento (apenas em 60% dos casos testados as fêmeas aceitaram o macho). Não se observou aumento do número de ovos postos com o aumento do número de machos disponibilizados para a fêmea, o que sugere que as fêmeas são monogâmicas.

Palavras-chave: mosca-da-couve, bicho-arroz, Brassicaceae, velocidade de desenvolvimento, sistema reprodutivo

ABSTRACT

A method was defined to rear *Delia radicum* (L.) (Diptera: Anthomyiidae) in laboratory which was optimized afterwards with the data from studies on development rates and on the reproductive system. To rear this pest we used small broccoli plants (visual and olfactory stimuli for oviposition), turnip to feed the larvae and water with honey (1:1) and brewer yeast to feed the adults.

We tested the temperatures 15, 20, 22 e 25°C. The highest developmental velocity was obtained at 25°C, for larval and total development, and at 22 e 25°C for embryonic and pupal development. The developmental time of males and females were not significantly different, except for the total development at 15°C, longer for females. The value estimated for the developmental threshold was not biologically acceptable and the degree-day requirement (904,7 DD) may not be correct either, probably because we are using a zone of the developmental curve that cannot be considered linear. To improve this estimation other temperatures should be tested (at least one intermediate, one above and one or two below the temperatures that we used in this study).

There is a strong sexual selection in male acceptance (in only 60% of the replications the female accepted the male). The number of oviposited eggs did not increase when male number available for the female increased, which suggests that females are monogamous.

Key-word: cabbage root fly, Brassicaceae, developmental rates, reproductive system

ÍNDICE

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice Geral	v
Índice de Quadros	vii
Índice de Figuras	viii
1. Introdução	1
2. Mosca-da-couve	2
2.1. <i>Delia radicum</i>	2
2.2. Descrição morfológica	3
2.3. Ciclo de vida	5
2.4. Sistema de acasalamento	6
2.5. Factores condicionantes ao desenvolvimento e sobrevivência	8
2.5.1. Temperatura, humidade relativa e luminosidade	8
2.5.2. Diapausa	9
2.6. Criação em laboratório	10
2.6.1. Colónia mãe	10
2.6.2. Condicionismo ambiental e Tipo de alimentação	11
2.6.3. Variabilidade genética	12
3. Materiais e Métodos	14
3.1. Material biológico	14
3.2. Criação e manutenção em laboratório	14
3.3. Taxa de desenvolvimento a diferentes temperaturas	16
3.4. Determinação do sistema de acasalamento	17
4. Resultados	20
4.1. Criação e manutenção em laboratório	20
4.2. Taxa de desenvolvimento a diferentes temperaturas	20

4.3.	Sistema de acasalamento	26
5.	Discussão	29
5.1.	Criação e manutenção em laboratório	29
5.2.	Taxa de desenvolvimento a diferentes temperaturas	29
5.3.	Sistema de acasalamento	31
6.	Conclusões	33
7.	Referencias Bibliográficas	34
8.	Anexos	37

Índice de Quadros

Quadro 1- Posição sistemática da espécie <i>Delia radicum</i> (EPPO, 2002; Bystrowski et al., 2013)	2
Quadro 2- Sinonímia de <i>Delia radicum</i> (EPPO, 2002; Bystrowski et al., 2013)	3
Quadro 3- Temperatura máxima de desenvolvimento, zero de desenvolvimento e ótimas de desenvolvimento para diferentes estados (Söndgerath & Müller-Pietralla, 1996)	9
Quadro 4- Parâmetros de criação de <i>D.radicum</i> em laboratório	12
Quadro 5- Diferentes tipos de alimentação consoante o estado, para criação de <i>D.radicum</i>	12
Quadro 6- Duração do desenvolvimento embrionário (em dias) de <i>Delia radicum</i> em função da temperatura	21
Quadro 7- Desenvolvimento larvar (em dias) de <i>Delia radicum</i> em função da temperatura	21
Quadro 8- Número médio de dias de desenvolvimento pupal (em dias) de <i>Delia radicum</i> à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C	21
Quadro 9- Duração do desenvolvimento total de <i>Delia radicum</i> (desde a postura do ovo até a emergência do adulto em função da temperatura	22
Quadro 10- Duração do desenvolvimento embrionário (em dias) de <i>Delia radicum</i> em função do género à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C	23
Quadro 11- Duração do desenvolvimento larvar de <i>Delia radicum</i> em função do género à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C	23
Quadro 12- Desenvolvimento pupal (em dias) de <i>Delia radicum</i> em função do género à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C	24
Quadro 13- Desenvolvimento total de <i>Delia radicum</i> (em dias), desde a postura do ovo até à emergência do adulto, em função do género, à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C	24
Quadro 14- Taxa de sobrevivência na avaliação da duração desenvolvimento de <i>Delia radicum</i> em função da temperatura (número de adultos emergidos/ nº de ovos iniciais nas repetições consideradas válidas).	25

Índice de Figuras

Figura 1 – Ciclo de vida de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae)	6
Figura 2 – Início de criação de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae)	14
Figura 3 - Gaiola de criação de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae)	15
Figura 4 – Esquema da caixa de acrílico de criação de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae)	15
Figura 5 – Afastamento dos olhos de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae) no macho (à esquerda) e fêmea (à direita) (fonte: Savage et al., 2016).	16
Figura 6 - Criação em laboratório de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae)	18
Figura 7 – Razão sexual e taxa de sucesso de criação de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae) em laboratório	20
Figura 8 – Reta de regressão de velocidade de desenvolvimento de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae) em função da temperatura	26
Figura 9 – Curva sigmóide de regressão de velocidade de desenvolvimento de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae) em função da temperatura.	26
Figura 10 - Percentagem de acasalamento de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae), em ensaios com 1 macho e 1 fêmea	27
Figura 11 - Número (média \pm erro padrão da média) total de ovos postos e ovos férteis por fêmea de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae) em ensaios de acasalamento 1 fêmea virgem x 1 macho virgem e 1 fêmea virgem x 3 macho virgens	27
Figura 12 - Ciclos de postura de fêmeas de <i>Delia radicum</i> (L.)(Diptero, Anthomyidae) fertilizadas onde cada linha representa uma fêmea	28

1. INTRODUÇÃO

As moscas-da-couve constituem a praga mais importante nas culturas de couve, sendo *Delia radicum* (L.) (Diptera: Anthomyiidae) a espécie que mais contribui para os prejuízos, a que tem maior distribuição e a mais frequente em Portugal. Esta praga é importante pela dimensão do impacto económico e pela dificuldade no combate com meios de proteção químicos. A baixa eficácia dos inseticidas e o aumento da população resultam especialmente da falta de rotação de culturas.

A praga provoca prejuízos grandes, especialmente em plantas pequenas. A larva escava galerias que danificam, e podem mesmo destruir, o sistema radicular, atrasando ou mesmo impossibilitando o desenvolvimento das plantas. Ao mesmo tempo as galerias são entrada para outros agentes patogénicos. Os sintomas podem ser murchidão, coloração amarela das folhas e estas podem chegar a cair.

Um dos aspetos fundamentais para otimizar o processo de criação de qualquer espécie de inseto é o de saber qual a duração dos vários estados de desenvolvimento tendo por referência o parâmetro de condicionalismo ambiental mais importante, ou seja, a temperatura. Além disso, a taxa de desenvolvimento referenciada à temperatura permite igualmente criar modelos de previsão de emergência e de maior intensidade de ataque.

Este trabalho tem como objetivo compreender o ciclo de vida da população de *D. radicum* do Ribatejo e Oeste. Para o fazer vai-se definir um método de criação, em laboratório e realizar estudos de taxas de crescimento a diferentes temperaturas e ainda testar alguns factores do sistema de acasalamento.

2. Mosca-da-couve

2.1 *Delia radicum*

Delia radicum (L.) é um díptero pertencente à família Anthomyiidae (Quadro 1).

O género *Delia* Robineau-Desvoidy inclui várias espécies com estatuto de praga agrícola, como, por exemplo, *Delia antiqua* (Meigen) (mosca-da-cebola), *D. floralis* (Fallen) (mosca-do-nabo) e *D. radicum* (mosca-da-couve) (Smith, 1989). *Delia radicum* foi inicialmente descrita por Linnaeus em 1758 como *Musca radicum*, tendo havido ao longo do tempo polémica na classificação da espécie o que gerou um grande número de sinónimas (Griffiths, 1991) (Quadro 2).

Quadro 1- Posição sistemática da espécie *Delia radicum* (EPPO, 2002; Bystrowski et al., 2013).

Reino	Animalia							
Filo		Arthropoda						
Subfilo			Hexapoda					
Classe				Insecta				
Ordem					Diptera			
Subordem					Brachycera			
Família						Anthomyiidae		
Género							<i>Delia</i>	
Espécie								<i>Delia radicum</i>

Quadro 2- Sinonímia de *Delia radicum* (EPPO, 2002; Bystrowski et al., 2013).

Espécie	Classificador
<i>Anthomyia brassicae</i>	Wiedemann
<i>Anthomyia radicum</i>	Linnaeus
<i>Chortophila brassicae</i>	Wiedemann
<i>Chortophila radicum</i>	?
<i>Delia brassicae</i>	Wiedemann
<i>Erioischia brassicae</i>	Wiedemann
<i>Hylemya brassicae</i>	Wiedemann
<i>Hylemya radicum</i>	Linnaeus
<i>Hylemya ruficeps</i>	Meigen
<i>Hylemya spreta</i>	Meigen
<i>Oxyphorbia brassicae</i>	?
<i>Oxyphorbia radicum</i>	?
<i>Paregle radicum</i>	Linnaeus
<i>Paregle ruficeps</i>	Meigen
<i>Paregle spreta</i>	Meigen
<i>Phorbia brassicae</i>	Wiedemann
<i>Phorbia floccosa</i>	Macquart
<i>Phorbia radicum</i>	Linnaeus
<i>Phorbia ruficeps</i>	Meigen
<i>Phorbia spreta</i>	Meigen

2.2 Descrição morfológica

2.2.1 Ovo

Os ovos de *D. radicum* são de forma ovoide, de cor branca brilhante, com um lado dorsal convexo e um lado ventral liso. Medem 1 mm de comprimento e 0,35 mm de diâmetro (Forbes, 1955; Hartman & Southern, 1988). O córion tem riscas longitudinais longas, o micrópilo tem uma depressão grande, com um antimicrópilo arredondado com um aglomerado de aerófilos espalhados sem padrão. A larva eclode por um rasgão comprido no córion, com $\frac{3}{4}$ do comprimento total do ovo a partir do micrópilo (Forbes, 1955; Hartman & Southern, 1988).

2.2.2 Larva

A larva pode atingir 8 mm de comprimento. É vermiforme, ápoda, de forma cônica-cilíndrica e quase branca. O segmento abdominal terminal tem sete pares de tubérculos carnudos. Um par, o do tubérculo anal, é visível ao pé do ânus. Os outros seis pares estão dispostos à volta da zona dos estigmas. O segundo par postero-ventral é o mais conspícuo por causa do seu posicionamento e do seu tamanho relativamente grande. O par ventral é bífido. Estas características servem para distinguir *D. radicum* de outras espécies do género *Delia* que também são encontrados em crucíferas. A superfície terminal é lisa, oblíqua e contém estigmas posteriores elevados. Cada estigma posterior tem três aberturas, que parecem fendas, e tem um tubérculo placóide (cicatriz ecdisial). Cada estigma anterior tem 10 a 12 papilas. Os ganchos da armadura bucal são pretos, curvos e fendidos na fase dorsal; o esclerito faríngeo do esqueleto cefalo-faríngeo é longo e estreito (Forbes, 1955; Nunes, 2005).

Existem três instares larvares que podem ser facilmente diferenciados. O primeiro instar larvar é metapnêustico e a armadura bucal consiste num único gancho médio, com par de placas de cada lado. O segundo instar larvar é anfipnêustico com um estigma posterior com duas fendas. A armadura bucal é constituída por dois ganchos com pequenos dentes na superfície ventral. O terceiro instar larvar é anfipnêustico com o estigma posterior com três fendas; os ganchos da armadura bucal são lisos ventralmente (Forbes, 1955).

2.2.3 Pupa

A pupa é coartata, alongada e oval. De cor castanho clara quando se forma e escurecendo até se tornar castanho-avermelhado escuro. O tamanho varia com o vigor da larva (com a qualidade e quantidade de alimentação disponível), em média 5 mm, podendo atingir 8 mm de comprimento. Exteriormente apresenta o tegumento do terceiro instar larvar, endurecido e contraído, sendo possível observar as características do terceiro instar. Geralmente as pupas encontram-se enterradas nos primeiros 5 a 10 cm de solo e/ou junto ao colo das plantas (Forbes, 1995; Nunes, 2005).

2.2.4 Adulto

Os adultos são acinzentados, com um número moderado de sedas, sem nenhuma cor característica diferenciadora no corpo ou asas. A nervação A_1 estende-se até à margem. A calíptera inferior é igual ou mais pequena que a calíptera superior. Os pelos mais longos das

aristas são visivelmente mais pequenos do que a largura do primeiro flagelômero (Darva & Szapannos, 2003).

Macho

A mosca adulta mede 5 a 9 mm de comprimento. Apresenta cor geralmente preta com marcas cinzentas. Os olhos são compostos e holópticos, ou seja, encontram-se na linha central da cabeça. O tórax é cinzento e tem três listas pretas longitudinais no dorso. O abdómen é arredondado na extremidade e apresenta uma linha central bem marcada. Tem um conjunto de pelos longos na base do fémur posterior que se tornam mais curtos a meio do fémur; esta característica é útil para distinguir os machos desta espécie dos machos de outras espécies semelhantes (Darva & Szapannos, 2003; Forbes, 1995; Nunes, 2005).

Fêmea

A fêmea é do mesmo tamanho que o macho, mas apresenta tonalidade mais clara. Os olhos são dicópticos, encontram-se em lados opostos da cabeça e de forma simétrica. As listas no tórax são menos distintas que no macho. O abdómen é cónico na extremidade e o conjunto de pelos presentes na base do fémur do macho está ausente na fêmea (Darva & Szapannos, 2003; Forbes, 1995; Nunes, 2005).

2.3 Ciclo de vida

No início da primavera, depois de emergirem dos pupários e antes de acasalar, as moscas adultas procuram néctar e pólen de diferentes plantas. O acasalamento ocorre quatro a cinco dias após a emergência (Dreves, 2006).

As fêmeas procuram culturas de brássicas através de estímulos visuais (e.g., cor) e olfativos (e.g., voláteis produzidos pelas plantas). Junto ao colo da planta hospedeira as fêmeas põem ovos em pequenos grupos, até 2,5 cm de profundidade, podendo também colocar os ovos nos caules e nas axilas das folhas (Dreves, 2006; Nunes, 2005).

Os ovos eclodem em quatro a dias a 20°C. As larvas acabadas de eclodir começam a alimentar-se nas raízes laterais e principais, podendo penetrar nas mesmas e fazer galerias. Após duas a quatro semanas de desenvolvimento, as larvas pupam no solo perto da raiz da planta. Os adultos emergem cerca de duas a três semanas depois. A emergência dos adultos pode ser suprimida nos meses quentes, devido à indução de dormência estival. No final do outono, temperaturas baixas e fotoperíodo curto podem induzir diapausa (Dreves, 2006; Nunes, 2005).

Nas condições edafoclimáticas de Portugal continental a mosca-da-couve geralmente completa três a quatro gerações por ano, a partir do início do mês de abril até ao início de outubro. Em alguns locais com temperaturas amenas o ano inteiro, o inseto pode estar ativo durante os 12 meses (Martins et al., 2005; Nunes, 2005).

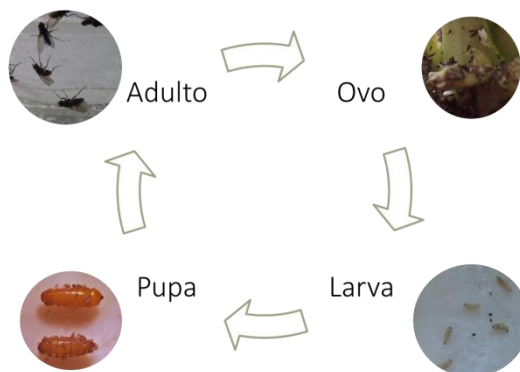


Figura 1 – Ciclo de vida de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae)

2.4 Sistema reprodutivo

O estímulo para o acasalamento não é evidente. Existem machos que, apesar de estarem juntos a fêmeas recetivas, não acasalam, sendo que machos diferentes, expostos a essas mesmas fêmeas, acasalam prontamente. Em laboratório é frequentemente observado comportamento homossexual em gaiolas só com machos e, ocasionalmente, em gaiolas mistas (Swailles, 1971).

Quando uma fêmea não está recetiva para acasalamento resiste violentamente ao macho, com batimentos vigorosos das asas e voos rápidos para longe do macho. Uma fêmea recetiva permanece quieta quando o macho se aproxima. A cópula acontece quando o macho agarra a fêmea pelo primeiro segmento abdominal com as patas protorácicas e mesotorácicas (Swailles, 1961).

A cópula demora entre um a cinco minutos com uma média de 2 min 42 s (Swailles, 1961).

Em laboratório foi testada a hipótese de uma fêmea só acasalar com um macho durante toda a vida, colocando na mesma gaiola um número seis vezes superior de machos ao número de fêmeas. Observou-se que as fêmeas rejeitavam os machos após o primeiro acasalamento, embora algumas acasalem com múltiplos machos até quatro horas depois do primeiro acasalamento (Swailles, 1961; 1971).

Os machos, durante o acasalamento, transmitem à fêmea uma proteína produzida nas glândulas acessórias que inibe a recetividade da fêmea a futuros acasalamentos e estimula em quase 12 vezes o número de ovos produzidos pela fêmea (Swailles, 1971).

A passagem do estado virgem para o estado fecundado é, na maioria dos insetos, marcada pela perda parcial ou total da receptividade sexual a seguir ao acasalamento e por um aumento da propensão para a postura. Em vários dípteros, são produzidas proteínas das glândulas acessórias (Acps) nas glândulas paragoniais dos machos, as quais são transferidas no ejaculado durante a cópula, sendo responsáveis pela brusca mudança no comportamento de fêmeas fecundadas (Spencer & Miller, 2002). Uma vez depositados na câmara genital da fêmea, considera-se que as proteínas paragonais viajam pela hemolinfa até ao cérebro onde atuam como neuropéptidos. Supõe-se que estes péptidos funcionam como substâncias químicas que previnem o acasalamento, assegurando a paternidade do macho, quer por diminuir a receptividade sexual da fêmea, quer por estimular a postura. Desta forma, o macho fica liberto para ir acasalar com outras fêmeas, e garante a paternidade nos acasalamentos anteriores (Spencer et al., 1995; 1997).

Os machos têm a capacidade de acasalar a partir dos dois dias de idade até à sua morte e atingem a maturidade, em média, aos três dias, sendo que a maioria atinge a maturidade em cinco dias. Não foi verificada nenhuma relação entre a idade e a fertilidade do macho, nem entre a frequência de acasalamentos e a fertilidade dos machos (Swales, 1961; 1971).

A longevidade das fêmeas que acasalam é de 22,2 dias, embora existam outros autores que referem entre 29 dias até três meses (Swales, 1961).

Swales (1961) afirma que existe uma relação entre acasalamento e a primeira postura, ou seja, as fêmeas só ficam recetivas para acasalarem depois dos ovos se encontrarem desenvolvidos e prontos a ser fecundados, o que influencia a diferença de idade à primeira postura.

Delia radicum apresenta ciclos de ovulação, os quais culminam num período de postura em que as fêmeas põem todos os ovos maduros que se encontram nos ovários, seguido por um novo período de formação e maturação de novos ovos. Estes ciclos podem ter um período entre dois a nove dias, que se mantem relativamente constante para cada fêmea durante o resto da vida (Swales, 1961).

A média de eclosão, em laboratório, é de 80% e a idade da fêmea não influencia a viabilidade dos ovos (Swales, 1961).

Fêmeas virgens raramente põem ovos (Swales, 1971).

Segundo Swales (1971) a maior atividade de postura e de acasalamento no laboratório e no campo ocorre durante as primeiras horas da manhã.

Tanto fêmeas virgens como fecundadas, entram numa “fase estacionária”, um período em que ficam completamente paradas durante 16 segundos antes da deposição do ovo, enquanto este se encontra na bolsa, a fertilização ocorre durante este tempo nas fêmeas

fecundadas. A “fase estacionária” não difere entre fêmeas virgens e fecundadas (Spencer & Miller, 2002).

2.5 Factores condicionantes ao desenvolvimento e sobrevivência

2.5.1 Temperatura, humidade relativa e luminosidade

Fatores edáficos como temperatura ou humidade do solo influenciam a sobrevivência, o desenvolvimento, reprodução e distribuição espacial dos insetos que passam parte do seu ciclo de vida no solo. A suscetibilidade a alterações de temperatura e humidade do solo varia com o estado de desenvolvimento do insecto; o ovo e larvas jovens normalmente são os mais vulneráveis. Por esse motivo, os insectos desenvolveram adaptações fisiológicas e comportamentais para lidar com condições adversas de clima (Leapage, 2012). Cada espécie que se alimenta de raízes tem os seus intervalos ótimos de temperatura e, acima do limite máximo de temperatura, os insectos morrem, por perturbações fisiológicas, como por exemplo dessecação devido a aceleração do metabolismo. A sobrevivência no solo varia de acordo com o estado de desenvolvimento; algumas espécies têm adaptações fisiológicas especiais ou comportamentais para melhorar a sobrevivência. Os estados não móveis são protegidos das condições ambientais por estruturas físicas como a espessura do córion do ovo ou espessura do pupário, no caso de pupas de dípteros. Os estados móveis podem afastar-se de temperaturas elevadas do solo, enterrando-se a maior profundidade, embora a dispersão das larvas seja diretamente influenciada pela matriz do solo (Leapage, 2012).

Tal como nos outros insetos, a sobrevivência de *D. radicum* é influenciada pela temperatura e humidade do solo. Os adultos conseguem tolerar temperaturas até 30°C. As pupas em diapausa podem passar o inverno com sucesso com temperaturas de -14,8°C. As temperaturas ótimas para cada estado de desenvolvimento da mosca-da-couve estão entre os 22°C e os 27°C. A eclosão dos ovos também depende da humidade do solo, com taxas de eclosão de 95% com solo húmido e 50% em condições de baixa humidade (Leapage, 2012)(Quadro 3).

Quadro 3- Temperatura máxima de desenvolvimento, zero de desenvolvimento e ótimas de desenvolvimento para diferentes estados (Söndgerath & Müller-Pietralla, 1996)

Temperatura	Valor
Máxima de desenvolvimento	35 °C
Zero de desenvolvimento	4,3 °C
Ótimo de desenvolvimento	Ovo- 25 °C
	Larva- 26 °C
	Pupa- 22 °C
	Adulto- 26 °C

Humidades relativas de 100% não influenciam a sobrevivência das larvas, sugerindo que estas têm mecanismos para lidar com condições de excesso de água, até porque sobrevivem na zona com líquido que se forma nas galerias resultado da putrefação do hospedeiro. O primeiro instar larvar possui sistema respiratório metapneustico e, por isso, está adaptado a condições de hipoxia (Leapage, 2012). Absorver e reter água suficiente para o metabolismo é um dos maiores desafios para os insetos terrestres. Em contraste, o alagamento também pode ser prejudicial por restringir o acesso a oxigénio. Embora determinante o papel da humidade para os insetos do solo, poucos estudos quantificam a sua relação. No caso de *D. radicum* os estados mais suscetíveis a condições ambientais são ovo e o primeiro instar larvar até penetrar no hospedeiro. Embora os ovos tenham alguma proteção contra a dessecação, as larvas são mais suscetíveis porque o tegumento é pouco esclerotizado (Leapage, 2012).

2.5.2 Diapausa

Em regiões frias as pupas entram em diapausa, durante o inverno, continuando o seu desenvolvimento quando a temperatura ultrapassa o limiar de temperatura para desenvolvimento (4,5°C). Esta característica permite a realização de estudos precisos para determinar a emergência de moscas adultas na primavera e as gerações subsequentes. Apesar disso, em regiões de clima temperado, em que a temperatura raramente desce abaixo de zero, a maioria da população de *D. radicum* não entra em diapausa, pois a temperatura permite à mosca-da-couve manter-se ativa durante os meses de inverno, produzindo várias gerações que se sobrepõem ao longo do ano. Alguns autores referem que as pupas podem entrar em estivação durante o verão. Não foi observada a emergência de moscas a temperaturas acima dos 30°C (Coacker & Wright, 1963; Finch & Collier, 1985; Dreves, 2006; Joseph, 2014; Johnsen *et al.*, 1990; Parisey *et al.*, 2010).

Algumas espécies de dípteros e lepidópteros de importância económica exibem emergência polimodal para permitir maior sobrevivência quando a variabilidade ambiental ao longo do ano é elevada. Emergências polimodais são uma adaptação estratégica para evitar

o risco de as emergências ocorrerem todas na mesma altura. Algumas espécies como *Delia antiqua*, *D. radicum* e *D. floralis* exibem um padrão de emergência bimodal em que uns indivíduos terminam a diapausa mais cedo do que outros (Lepage, 2014).

O desenvolvimento pós-diapausa das pupas de mosca-da-couve revela padrão de emergência bimodal associado a genótipos de emergência precoce e de emergência tardia. O gene que expressa a emergência precoce é controlado por um *locus* dominante, enquanto o da emergência tardia é controlado por vários *loci* quantitativos. A proporção genotípica numa população varia, dependendo das condições ambientais; quando um dos tipos de emergência é bem sucedido na geração anterior conduz a maior descendência (Dreves, 2006; Lepage 2014; Johnsen *et al.*, 1990).

Cada um destes genótipos de *D. radicum* pode ter diferentes benefícios evolucionários, como diminuir a mortalidade por inimigos naturais, assegurar que um número elevado de larvas entra em diapausa e evitar o risco inerente de toda a descendência emergir num período crítico durante o ano. Apesar de o desenvolvimento mais demorado do genótipo tardio ser o melhor, em períodos atípicos, provoca uma exposição maior a fatores de mortalidade abióticos e bióticos, como é o caso do parasitismo e predação, ocorrendo também uma maior mortalidade de ovos neste genótipo (Lepage, 2014). Para distinguir os dois genótipos quantifica-se o tempo em pupa: menos de 20 dias na emergência precoce e mais de 30 dias na emergência tardia (Lepage, 2014).

2.6 Criação em laboratório

2.6.1 Colónia mãe

A colónia mãe deve ser criada sob condições o mais próximo possível do que ocorre na natureza. Assim, devem considerar-se vários parâmetros, como a luz natural, baixa densidade de insetos, razão sexual a favor dos machos para promover competição, uso de vegetação natural, condições ambientais variáveis, populações heterogêneas (diferentes idades e origens) e alimento limitado ou escondido para selecionar habilidade de procurar alimento. Se for desejado um rejuvenescimento da colónia podem ser introduzidas moscas nativas selvagens ou, se não existirem moscas locais, podem ser importadas moscas selvagens de outras criações ou regiões (FAO, 2012).

A qualidade de insetos criados em laboratório decresce ao longo do tempo. Depois da introdução de uma população selvagem do habitat natural, a variabilidade genética da população base (“founder effect”) e o seu tamanho tende a diminuir porque só os indivíduos que estão melhor adaptados às condições de criação (ex. dieta artificial, temperatura de criação, humidade e espaço limitado) são selecionados (“bottleneck effect”). Por esse motivo, uma estirpe de criação que está bem adaptada às condições de laboratório é obtida,

mas a consanguinidade e a deriva genética aleatória podem diminuir ainda mais a variabilidade da nova estirpe. Podem ocorrer mudanças comportamentais e fisiológicas, embora poucos estudos tenham levado esses aspectos em consideração. Dípteros de criação em massa demonstram maior fecundidade e fertilidade e maior frequência de posturas, assim como maior número de tentativas de acasalamento, quando comparadas com moscas selvagens. Os dípteros criados em massa também evidenciam ciclos de vida mais curtos quando comparados com os selvagens (Bellutti, 2011).

2.6.2 Condicionalismo ambiental e tipo de alimentação

A maioria das fêmeas de dípteros necessita de se alimentar de hidratos de carbono e proteínas antes de iniciar a postura dos ovos, ou seja, são sinovigénicas. Contudo, a mosca-da-couve consegue efetuar o primeiro ciclo de postura (40 a 60 ovos) alimentando-se exclusivamente de hidratos de carbono. Para os ovos amadurecerem em condições de laboratório, as fêmeas normalmente consomem hidratos de carbono durante o segundo e terceiro dia após a emergência, acasalam ao quarto dia e começam a postura ao quinto ou sexto dia. No entanto, para ocorrerem outros ciclos de postura, as fêmeas necessitam de consumir proteína e hidratos de carbono (Finch & Coacker, 1969).

A fecundidade e a longevidade dos adultos da mosca-da-couve em laboratório variam consideravelmente consoante a dieta a que estão sujeitos. Quando são alimentados só com água e açúcar, ou mel e fermento, as fêmeas colocam significativamente menos ovos do que quando alimentadas com mel, farinha de soja, levedura de cerveja e fermento hidrolisado (Finch & Coacker, 1969; Harris & Svec, 1966).

Em fêmeas isoladas e fertilizadas observou-se que, quando só são alimentadas com água açucarada a 10%, o número de ovos postos diminui rapidamente depois de efetuado o primeiro ciclo de postura; nestas condições vivem em média 48 dias e colocam 110 ovos por fêmea. Se nas mesmas condições se adicionar proteína (e.g. levedura de cerveja), a longevidade mantém-se constante, mas as fêmeas põem o dobro dos ovos (Finch & Coacker, 1969).

Segundo Finch & Coacker (1969) "A maior dificuldade para manter uma criação de *D. radicum* é conseguir fornecer às larvas alimento nutritivo em quantidade suficiente durante o seu desenvolvimento. Os factores na escolha do alimento são estar facilmente disponível, ter os valores nutritivos adequados e não se decompor durante a maior parte do desenvolvimento da larva."

Os parâmetros de criação mais utilizados são: 1) temperatura de 20°C; 2) fotoperíodo de 16 h de luz, 8 h de escuro; 3) humidade relativa a rondar 60%. Como alimento das larvas o mais utilizado é a raiz tuberosa de nabo (*Brassica rapa* L.); a fonte de hidratos de carbono

para os adultos é, mais frequentemente, água açucarada e a fonte de proteína é levedura de

Quadro 4- Parâmetros de criação de *D. radicum* em laboratório.

Temperatura (°C)	HR(%)	Fotoperíodo	Referência
18±3	60±5	16L:8D	Hawkes. and Coaker. 1979
19	90	18L:6D	Gouinguene. and Städler. 2005
20	80	18L:6D	Rousse, P. et al. 2003
20±2	55±5	16L:8D	Kergunteuil. et al. 2014
21±2	60±10	16L:8D	Kergunteuil. et al. 2015
20dia-18noite	77±3	18L:6D	Razinger et al. 2014
18±3	60±5	16L:8D	Finch & Coacker. 1969
22dia-19noite	77±3	18L:6D	Harris & Svec. 1966
19±1	60±5	16L:8D	Whistlecraft,J.W. et al.

cerveja e leite em pó (Quadro 4 e Quadro 5).

2.6.3 Variabilidade genética

Barlett (1984; 1994) refere que o número de insetos capturados para laboratório é sempre uma pequena fração da população do campo onde é capturado e a população do campo é uma pequena fração do número total de insectos da espécie. Quando os insetos são transportados para o laboratório, a pouca variabilidade existente nos insetos capturados

Quadro 5- Diferentes tipos de alimentação consoante o estado, para criação de *D.radicum*

Larva	Adulto		Referência
	Hidrato de carbono	Proteína	
	Açúcar	Extracto de levedura	Hawkes and Coaker 1979
	Açúcar	Extrato de levedura	Gouinguene and Städler 2005
	Açúcar de cana		
Nabo	Açúcar	Leite em pó	Rousse et al. 2003
	Açúcar	Leite em pó	Kergunteuil et al. 2014
		Fermento	Kergunteuil et al. 2015
Nabo	Açúcar	Farinha de soja	
	Mel	Leite em pó	Razinger et al. 2014
		Fermento	
		Levedura de cerveja	
Nabo	Açúcar	Levedura de cerveja	Finch & Coacker 1969
		Extrato de levedura	
Nabo	Mel	Farinha de soja	
		Levedura de cerveja	Harris& Svec 1966
		Fermento hidrolisado	

ainda se torna menor devido às condições simplificadas (em comparação com a natureza)

do processo de criação. Na natureza, os indivíduos têm escolha entre diferentes gradientes de humidade, temperatura, luz, densidade de nutrientes e muitos outros parâmetros que são tornados homogêneos em condições de laboratório (Cohen, 2015).

Assim, a criação de insetos em condições de laboratório inerentemente impõe condições que conduzem a população da colônia a alterar a estrutura genética de toda a população do laboratório. Essas alterações ocorrem devido à violação das premissas do equilíbrio de Hardy-Weinberg, que refere que o banco genético de uma população manterá o equilíbrio se as seguintes condições se mantiverem: a) grandes populações; b) acasalamento ao acaso (panmítico); c) influxo ou efluxo insignificante no banco genético (imigração ou emigração); d) não ocorrência de seleção de genes ou características da população (Cohen, 2015).

As condições de criação violam todos os critérios de equilíbrio, pois as populações são pequenas e manipuladas de forma a selecionar as características de laboratório e não as características de campo. A maioria das colônias está, também, estruturada em “mini-ilhas”, tornando impossível ter-se acasalamento ao acaso. O fenómeno de isolamento em “mini-ilhas” advém do isolamento dos insetos em gaiolas, o que reduz a população para o número de insectos por gaiola (Cohen, 2015).

O desvio causado pela falta de equilíbrio das condições nunca pode ser completamente evitado mas, com a manutenção de populações da maior dimensão possível e com o mínimo de condições de seleção, consegue obter-se uma situação de quase equilíbrio. Por exemplo, na maioria das criações, os adultos são mantidos em grande número nas gaiolas para permitir acasalamento panmítico. Contudo deve levar-se em consideração que nestes sistemas de criação com gaiola grande e elevada população de adultos, em vez de várias gaiolas mais pequenas com menos indivíduos, existe maior hipótese de contaminação com agentes patogénicos. Por isso, na criação deve ser mantido um balanço entre manutenção da diversidade genética e a prevenção do aparecimento de doenças (Cohen, 2015).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material biológico

O material F₀ foi recolhido num campo de couve-coração em Salir do Porto (Caldas da Rainha), dia 9 de março de 2016, posteriormente refrescado de com mosca-da-couve recolhida em Peniche em julho de 2016 e maio de 2018. Recolheram-se amostras de plantas com sintomas e também foi amostrado solo em redor das raízes das plantas. As amostras foram transportadas para o Laboratório de Entomologia do Instituto Superior de Agronomia (Universidade de Lisboa), no dia seguinte à colheita no campo.

3.2 Criação e manutenção em laboratório

A fase de criação permitiu a obtenção de indivíduos para manter a criação e de indivíduos para a realização de ensaios relativos ao ciclo de desenvolvimento e de acasalamento.

As larvas e pupas presentes nas plantas foram colhidas com auxílio de um microscópio estereoscópico (Nikon SMZ-2B; ampliação 50X), pinça, pincel e bisturi. A terra e raízes foram analisadas ao microscópio estereoscópico e, com o pincel, foram retiradas todas as larvas e pupas encontradas. As plantas foram abertas e inspecionadas no interior, embora não se tenham encontrado mais larvas ou pupas.

As larvas encontradas foram colocadas em caixas de plástico arejadas com rede de tule (10x22x10cm), contendo fatias da raiz tuberosa de nabo produzido em modo de produção biológico (Figura 1). Dentro de cada caixa foi colocada uma placa de Petri de 6cm de diâmetro com um pedaço de algodão embebido em água destilada. As pupas foram colocadas em placas de Petri de 6cm de diâmetro, enterradas numa mistura de substrato de turfa e fibra de coco (3:1) e, posteriormente, colocadas em caixas acrílicas (30x30x40cm) para a pupação. Estas caixas continham quatro placas de Petri com um pedaço de algodão embebido em água destilada. Tanto as caixas de plástico como as caixas de acrílico foram mantidas a temperatura entre 19°C e 25°C.



Figura 2– Criação de larvas de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae).

Para a criação dos insetos foram utilizadas caixas de acrílico (30x30x40cm) contendo quatro placas de Petri (6cm Ø) com algodão humedecido em água destilada, para manter humidade relativa ≈50%, duas placas de Petri (6cm Ø) com algodão com uma mistura de água e mel (1:1) e uma placa de Petri (6cm Ø) com levedura de cerveja em pó, para alimentação dos adultos e dois vasos com couves-brócolo pequenas para estimular visualmente e olfativamente contendo uma armadilha de feltro a cobrir o substrato e uma fatia da raiz tuberosa de nabo com aproximadamente 20g sobre o feltro de cor castanha ou cinzenta para concentrar as posturas e servir de alimento para as larvas (Figura 2 e Figura 3). O desenvolvimento embrionário ocorre nestes feltros e as larvas após eclodirem tendem a dirigir-se para o alimento (ou seja, para as fatias da raiz tuberosa de nabo).



Figura 3- Gaiola de criação de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae)

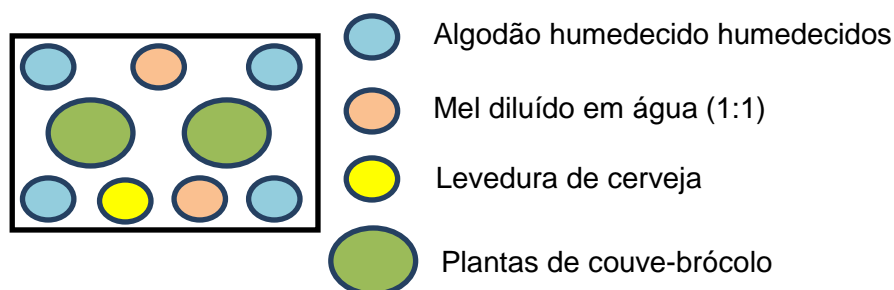


Figura 4– Esquema da caixa de acrílico de criação de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae)

Os nabos, contendo larvas, são retirados das caixas de acrílico e colocados em caixas arejadas de plástico, com uma placa de Petri (6cm Ø) com algodão humedecido com água

destilada. Sempre que as fatias da raiz tuberosa de nabo se encontravam visivelmente degradadas e/ou com reduzida capacidade para a alimentação das larvas, foram adicionadas novas fatias de nabo frescas. A periodicidade com que foram adicionadas novas fatias de nabo dependia do número de indivíduos por fatia e da qualidade do nabo na altura em que era fatiado. Sempre que não houve disponibilidade de nabo de produção biológica, optou-se por outras raízes de brássicas, nomeadamente rabanete (*Raphanus sativus* var. *sativus*), rábano-branco (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) e couve-rábano (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*).

As pupas encontradas nas fatias de alimento ou nas caixas de plástico foram cobertas com substrato de turfa e fibra de coco (3:1) e colocadas em caixa de acrílico (30x30x40cm) para pupação. Os adultos foram recolhidos das caixas de pupas após a emergência e colocados em caixas com outros adultos, após a identificação do sexo e o seu registo. O sexo foi identificado através da localização dos olhos dos adultos, tendo a fêmea olhos completamente afastados e os machos olhos muito próximos (Figura. 4).



Figura 5– Afastamento dos olhos de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae) no macho (à esquerda) e fêmea (à direita) (fonte: Savage et al., 2016).

3.3 Taxa de desenvolvimento a diferentes temperaturas

Antes do início dos ensaios, o interior das câmaras de criação foram limpas com etanol a 96% para evitar contaminações com fungos (comuns em ambientes com elevada humidade relativa) e todas as placas de Petri usadas foram lavadas e secas 30 minutos a 100°C.

Procedeu-se à contabilização do número de dias, para cada estado de desenvolvimento em ambiente controlado, a quatro temperaturas (15°C, 20°C, 22°C e 25°C),

mantendo o mesmo fotoperíodo (14 h de luz e 10 h de escuro) e humidade relativa ($50\pm 10\%$), em câmaras de criação com controlo destes parâmetros.

O feltro armadilha, em gaiola semelhante às de criação, foi trocado um dia antes do início do ensaio para garantir que os ovos utilizados tinham no máximo 24 h e foi colocada também uma fatia de nabo fresca. Após 23 h recolheram-se os ovos e cada ovo foi individualizado numa placa de Petri de 6cm de \varnothing tapada, com uma rodela de nabo fresco (12g) e papel de feltro no fundo para absorver humidade em excesso; as placas foram devidamente identificadas. Tentou sempre providenciar-se às larvas alimento fresco e nas melhores condições e padronizou-se o nabo como alimento.

As amostras foram observadas diariamente, tendo sido registadas as datas de eclosão, pupação e emergência e o sexo para cada indivíduo. Quando a larva pupava, as pupas eram retiradas da fatia de nabo e colocadas em nova placa de Petri com substrato de turfa e fibra de coco (3:1) com aproximadamente 5 mm de espessura e recolocada na câmara de criação à mesma temperatura. Os adultos emergidos foram colocados nas gaiolas da criação.

A humidade relativa nas câmaras de criação foi mantida a $50\pm 10\%$ com recurso a tina com água colocada no fundo da câmara. Este parametro foi controlado com medições regulares com recurso a higrometro.

Realizaram-se 157 repetições a 15°C , das quais 124 válidas; 259 repetições a 20°C , das quais 141 válidas; 109 repetições a 22°C , das quais 90 válidas e 206 a 25°C , das quais 106 válidas. As repetições foram consideradas não válidas por contaminações de fungos ou desaparecimento dos insectos das placas de Petri.

Chamou-se taxa de sucesso a $\frac{n+1}{n} \times 100$. Todas as análises foram realizadas através do programa SPSS 24.0 para Windows (IBM SPSS Statistics 21, USA). Os dados são apresentados como média \pm erro padrão da média e o nível de significância considerado foi $\alpha=0,05$. Os resultados foram apresentados com os outliers excluídos no tratamento estatístico.

3.5 Determinação do sistema reprodutivo

Em alguns períodos da criação houve problemas na obtenção de ovos em quantidade suficiente para as tarefas de manutenção da criação e de obtenção do numero suficiente de indivíduos para os ensaios biológicos. Um dos motivos para o decréscimo da descendência em criação de insectos em laboratório pode estar relacionado com interferências ao nível do comportamento associado às várias fases que compõem o sistema reprodutivo.

Assim sendo, é fundamental o conhecimento aprofundado sobre o sistema reprodutivo e os comportamentos associados ao processo de reprodução. Apesar de existir alguma bibliografia sobre esta temática para *D. radicum* (e.g., Swailes, 1961; 1971; Spencer et al., 1995; 1997), considerou-se importante realizar alguns ensaios para compreender melhor o sistema reprodutivo desta espécie.

Os adultos utilizados para os ensaios de avaliação do sistema reprodutivo foram obtidas da criação referida em 3.2 (Figura 5). A criação encontrava-se em condições controladas de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo natural de 14 horas de luz e alimentação à base de água, solução açucarada (mel e água, 1:1) e levedura de cerveja.



Figura 6- Criação em laboratório de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae)

Os adultos à medida que emergiam eram separados, por sexo, através da observação da distância entre olhos com auxílio de um microscópio estereoscópico (Nikon SMZ-2B; ampliação 50X). Esta separação foi realizada nas 24 h pós-emergência, para garantir que tanto os machos como as fêmeas se encontravam virgens. De seguida, foram colocados em gaiolas nas mesmas condições que as de criação referidas em 3.2.

O primeiro ensaio realizado (modalidade 1) consistiu em juntar um macho e uma fêmea virgens e aleatoriamente selecionados numa gaiola previamente preparada com as condições de criação. Esta gaiola continha também um vaso com uma planta de couve-brócolo com cerca de 6 folhas, sobre o qual se colocava um feltro armadilha e uma fatia de nabo para monitorização de posturas. Para cada repetição (N=15), um macho e uma fêmea foram colocados na mesma gaiola, durante 1 h:15 m, tendo sido observado e registado o seu comportamento, verificou-se 3 tipos de comportamento da fêmea em relação ao macho: a) aceitação; b) rejeição; c) indiferença. Quando não ocorreu acasalamento durante esse tempo, os adultos permaneceram juntos na gaiola 24 h adicionais. Passado esse tempo retirou-se o macho. Diariamente (N=9), contou-se o número de ovos que a fêmea colocou com auxílio de um microscópio estereoscópico (Nikon SMZ-2B; ampliação 50X). O feltro armadilha foi trocado de 3 em 3 dias. Para averiguar a fertilidade dos ovos foi observada a eclosão dos ovos presentes nos feltros armadilha, diariamente, durante 60 dias.

Realizou-se uma segunda modalidade (modalidade 2) que só difere da primeira (modalidade 1) por se adicionar 3 machos em vez de apenas 1 macho. Com este ensaio pretendeu-se avaliar se, a não aceitação da fêmea do macho oferecido, no caso da modalidade 1, estava relacionada com o macho ou com outros fatores. Apenas foi possível realizar duas repetições devido a falta de indivíduos nas condições pretendidas.

Todas as análises foram realizadas através do programa SPSS 24.0 para Windows (IBM SPSS Statistics 21, USA). Os dados são apresentados como média \pm erro padrão da média e o nível de significância considerado foi $\alpha=0,05$.

4. RESULTADOS

4.1 Criação e manutenção em laboratório

Com este método de criação obteve-se uma razão sexual de 1:1, com uma taxa de sucesso de 33,3% (Fig 1). Conseguiu-se criar larvas de *D. radicum* até pupação com fatias de nabo, rabanete e rábano branco, embora a velocidade de dessecação do nabo tenha sido a mais baixa e, por isso, o hospedeiro mais adequado (Vaz, J. et al).

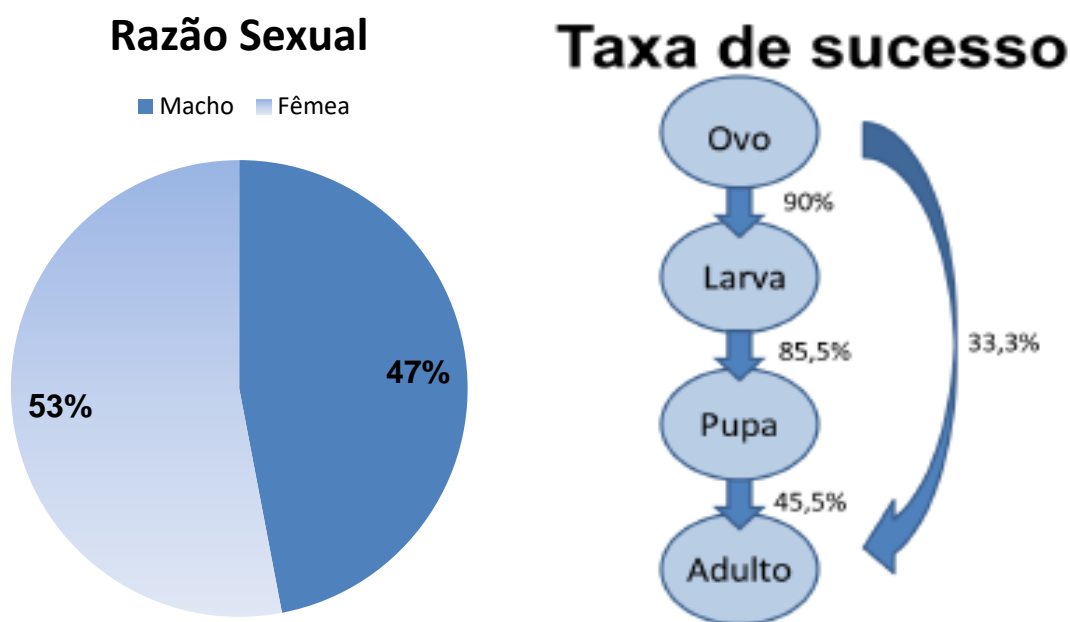


Figura 7– Razão sexual e taxa de sucesso de criação de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae) em laboratório

4.2 Taxa de desenvolvimento a diferentes temperaturas

Verificaram-se diferenças significativas na duração do desenvolvimento embrionário (Kruskal-Wallis N=459; gl=3; H=206,17 e $p<0,001$), na duração do desenvolvimento larvar ((Kruskal-Wallis N=213, gl=3, H=138,19 e $p<0,001$) e na duração do desenvolvimento pupal (Kruskal-Wallis N=117 gl=3, H=88,31 e $p<0,001$) (Quadro 6, Quadro 7, Quadro 8 e Quadro 9) em função da temperatura (testes de comparação de medianas no Anexo 1).

Quadro 6- Duração do desenvolvimento embrionário (em dias) de *Delia radicum* em função da temperatura

Temperatura (°C)	Desenvolvimento embrionário (dia)				N
	Mínimo	Médio	Máximo	Erro Padrão	
15	1	4,9 a	8	0,1	121
20	2	3,2 b	6	0,1	141
22	2	2,8 c	6	0,1	89
25	1	2,9 bc	5	0,1	105

* medianas correspondentes às médias seguidas de letras comum não diferiram significativamente a um nível de significância de 5%. (teste de comparação múltipla de medianas)

Quadro 7- Desenvolvimento larvar (em dias) de *Delia radicum* em função da temperatura.

Temperatura (°C)	Desenvolvimento larvar (dia)				N
	Mínimo	Médio	Máximo	Erro Padrão	
15	16	22,2 a	31	0,4	64
20	13	16,5 b	21	0,2	61
22	14	17,9 b	23	0,3	47
25	11	14,6 c	22	0,3	41

* médias seguidas de letras comum não diferem significativamente

Quadro 8- Número médio de dias de desenvolvimento pupal (em dias) de *Delia radicum* à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C

Temperatura (°C)	Desenvolvimento pupal dias				N
	Mínimo	Médio	Máximo	Erro Padrão	
15	16	20,9 a	24	0,3	49
20	10	19,0 b	19	0,3	35
22	12	14,1 b	17	0,4	16
25	11	13,9 b	19	0,5	18

* médias seguidas de letras comum não diferem significativamente

Observaram-se diferenças significativas na duração do desenvolvimento total entre todas as temperaturas testadas, exceto entre 20 e 22°C (ANOVA 1-fator: $F=219,502$; g.l.=3, 114; $p<0,001$).

Quadro 9- Duração do desenvolvimento total de *Delia radicum* (desde a postura do ovo até a emergência do adulto em função da temperatura).

Temperatura (°C)	Desenvolvimento total (dia)				N
	Mínimo	Médio	Máximo	Erro Padrão	
15	43	47,9 a	56	0,5	49
20	30	36,2 b	41	0,4	35
22	32	35,1 b	38	0,5	16
25	28	31,9 c	55	0,7	18

* médias seguidas de letras comum não diferiram significativamente com $p=0,05$ (teste de Tukey de comparação múltipla de médias).

Não se registaram diferenças significativas, em função do género, no desenvolvimento embrionário para qualquer das temperaturas a (Kruskal-Wallis: i) 15°C - $N=52$ gl=1, $H=0,36$ e $p=0,55$; ii) 20°C - $N=39$; gl=1; $H=0,04$ e $p=0,84$; iii) 22°C - $N=25$, gl=1; $H=0,03$ e $p=0,85$; e iv) 25°C - $N=22$; gl=1; $H=1,85$ e $p=0,17$) (Quadro 10) nem no desenvolvimento larvar (Kruskal-Wallis: i) 15°C - $N=50$; gl=1; $H=0,39$ e $p=0,53$; ii) 20°C - $N=39$; gl=1; $H=0,83$ e $p=0,36$; iii) 22°C - $N=24$; gl=1; $H=1,49$ e $p=0,22$; iv) e a 25°C - $N=22$; gl=1; $H=0,34$ e $p=0,56$) (Quadro 11).

Quadro 10- Duração do desenvolvimento embrionário (em dias) de *Delia radicum* em função do género à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C

Temperatura (°C)	Género	Desenvolvimento embrionário (dia)		
		Média	Erro Padrão	N
15	♀	4,7 a	0,2	25
	♂	4,9 a	0,2	25
20	♀	3,4 a'	0,1	26
	♂	3,3 a'	0,2	13
<	♀	2,8 a''	0,2	11
	♂	2,8 a''	0,2	14
25	♀	3,0 a*	0,2	9
	♂	3,5 a*	0,3	13

* medianas correspondentes às médias de macho e fêmea, para a mesma temperatura, seguidas de letras comum não diferiram significativamente a um nível de significância de 5% (teste de comparação múltipla de medianas).

Quadro 11- Duração do desenvolvimento larvar de *Delia radicum* em função do género à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C

Temperatura (°C)	Género	Desenvolvimento larval (dia)		
		Média	Erro Padrão	N
15	♀	22,1 a	0,6	25
	♂	21,8 a	0,5	25
20	♀	17,0 a'	0,3	26
	♂	16,4 a'	0,5	13
22	♀	17,9 a''	0,3	11
	♂	18,9 a''	0,5	13
25	♀	15,3 a*	1,0	9
	♂	14,0 a*	0,4	13

* medianas correspondentes às médias de macho e fêmea, para a mesma temperatura, seguidas de letras comum não diferiram significativamente a um nível de significância de 5%. (teste de comparação múltipla de medianas).

Também não se detetaram diferenças significativas no desenvolvimento pupal, em função do género, para qualquer das temperaturas (Kruskal-Wallis: i) 15°C - N=50; gl=1; H=0,39 e p=0,53; ii) a 20°C - N=39, gl=1, H=0,83 e p=0,36; iii) 22°C - N=24, gl=1, H=1,49 e p=0,22; iv) e a 25°C - N=22, gl=1, H=0,34 e p=0,56) (Quadro 12).

Quadro 12- Desenvolvimento pupal (em dias) de *Delia radicum* em função do gênero à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C

Temperatura (°C)	Gênero	Desenvolvimento pupal (dia)		
		Média	Erro Padrão	N
15	♀	22,8 a	0,2	24
	♂	20,1 a	0,4	25
20	♀	16,3 a'	0,2	24
	♂	16,1 a'	0,5	9
22	♀	14,6 a''	0,8	7
	♂	13,6 a''	0,5	8
25	♀	15,1 a*	0,9	7
	♂	13,2 a*	0,4	11

* medianas correspondentes às médias de macho e fêmea, para a mesma temperatura, seguidas de letras comum não diferiram significativamente a um nível de significância de 5%. (teste de comparação múltipla de medianas).

Contudo, observaram-se diferenças significativas no desenvolvimento total em função do gênero a 15°C, tendo as fêmeas demorado mais tempo a atingir o estado adulto (Anova: gl=1, 47; F=7,25 e p=0,01), mas não a 20°C (Anova: gl=1, 32; F<0,001 e p=0,99), nem a 22°C (Anova N=15 gl=1, 13; F=0,19 e p=0,67) ou 25°C, embora neste último caso se verifique tendência para maior duração no desenvolvimento das fêmeas (Anova: N=18 gl=1, F=3,72 e p=0,072) (Quadro 13).

Quadro 13- Desenvolvimento total de *Delia radicum* (em dias), desde a postura do ovo até à emergência do adulto, em função do gênero, à temperatura de 15, 20, 22 e 25 °C

Temperatura (°C)	Gênero	Desenvolvimento total (dia)		
		Média	Erro Padrão	N
15	♀	49,1 a	0,6	24
	♂	46,8 b	0,6	25
20	♀	36,3 a'	0,5	25
	♂	36,3 a'	0,5	9
22	♀	35,3 a''	0,6	7
	♂	35,0 a''	0,8	8
25	♀	33,6 a*	1,6	7
	♂	30,8 a*	0,6	11

* médias seguidas de letras em comum não diferem significativamente

No que se refere à taxa de sobrevivência observada no ensaio de avaliação dos estádios em função da temperatura, verificou-se diminuição na proporção de adultos emergidos, com o aumento da temperatura (Quadro 14). Este cálculo apenas tem em conta as repetições não anuladas por fungos ou desaparecimento na contabilização dos ovos iniciais.

Quadro 14- Taxa de sobrevivência na avaliação da duração desenvolvimento de *Delia radicum* em função da temperatura (número de adultos emergidos/ nº de ovos iniciais nas repetições consideradas válidas).

Temperatura (°C)	Taxa de sobrevivência (%)
15	39,5
20	24,8
22	17,8
25	18,9

Com recurso aos dados recolhidos de tempo de desenvolvimento transformados em velocidade de desenvolvimento, excluindo os outliers extremos, conseguiu-se ajustar a reta de regressão $y=0,0011x+0,0047$ (g.l.=1, 116; $p<0,001$; $R^2 = 0,82$) (Fig. 7). O zero de desenvolvimento calculado a partir desta equação foi de -4,2 °C e o da constante térmica de 904,7 °Cdia.

O ajustamento a uma curva sigmóide aumentou ligeiramente o R^2 mas pelo que se verifica graficamente não conduz à estimação de zero de desenvolvimento positivo (Fig. 8).

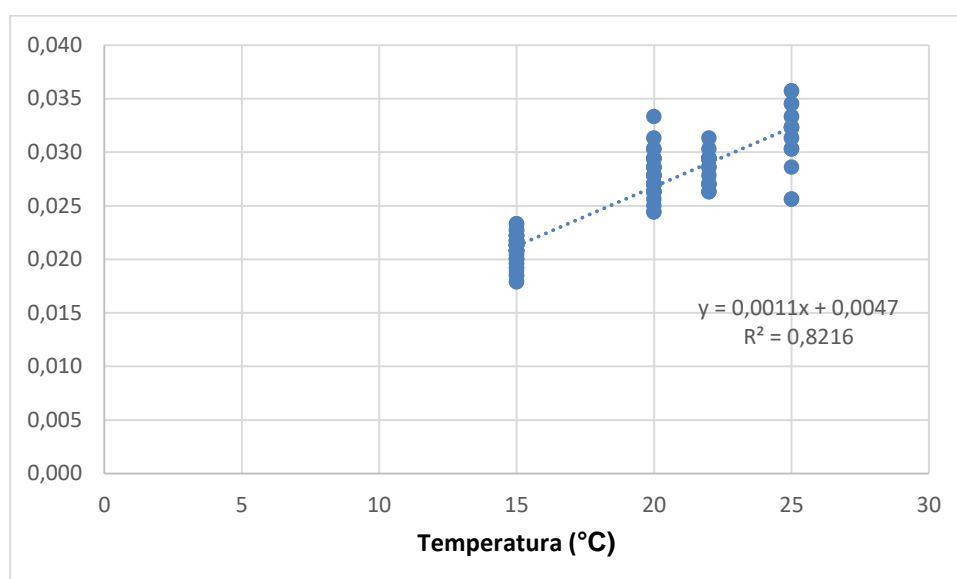


Figura 8– Reta de regressão de velocidade de desenvolvimento de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae)em função da temperatura.

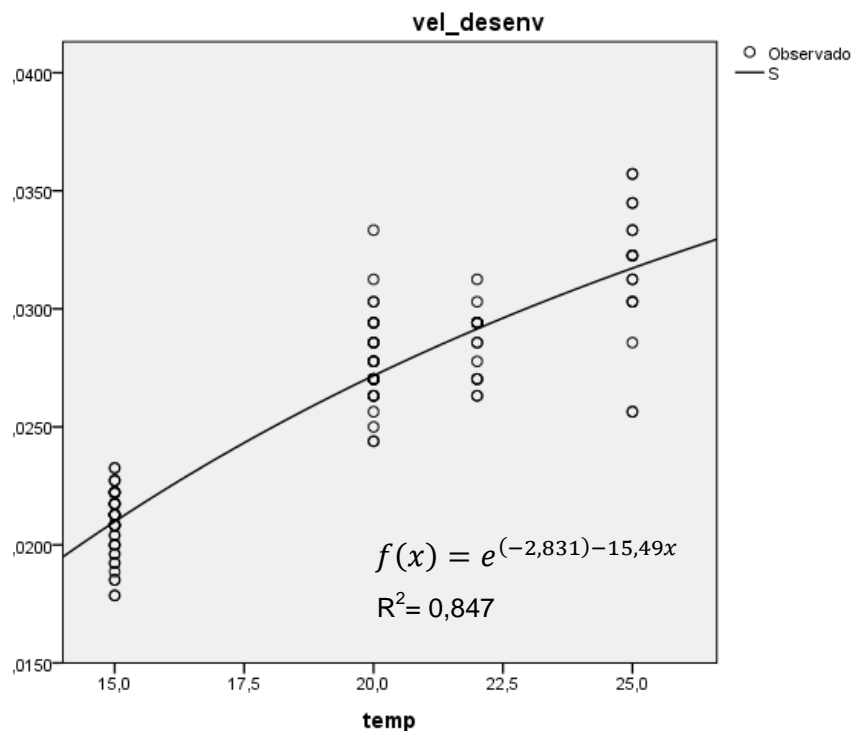


Figura 9– Curva sigmóide de regressão de velocidade de desenvolvimento de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae) em função da temperatura.

4.3 Sistema de acasalamento

No ensaio de acasalamento entre um macho virgem e uma fêmea virgem registou-se uma taxa de acasalamento de 60 % (Fig. 9). Quando o acasalamento não ocorreu no período de observação do ensaio, o comportamento observado da fêmea em relação ao macho foi de rejeição (13%) ou de indiferença (26%). Quando ocorreu acasalamento (60%), registando-se receptividade de ambos os sexos, a sua duração foi rápida.

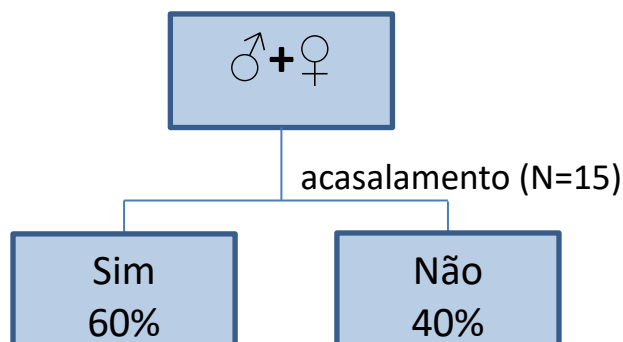


Figura 10- Percentagem de acasalamento de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae), em ensaios com 1 macho e 1 fêmea

Observou-se para a modalidade 1 uma média de 103,3 ovos totais por fêmea para um N=15 e uma média de 44,56 ovos férteis por fêmea com N=9. Apesar do número reduzido de repetições realizadas, no caso da modalidade 2, verificou-se um valor médio de 65,5 ovos totais postos por fêmea, sendo que o valor médio de ovos férteis foi de 51 (Fig. 10; Anexo 1). Comparando as duas modalidades, ressaltando o número reduzido de repetições, constatou-se os valores médios de fecundidade e fertilidade foram semelhantes (Fig. 10).

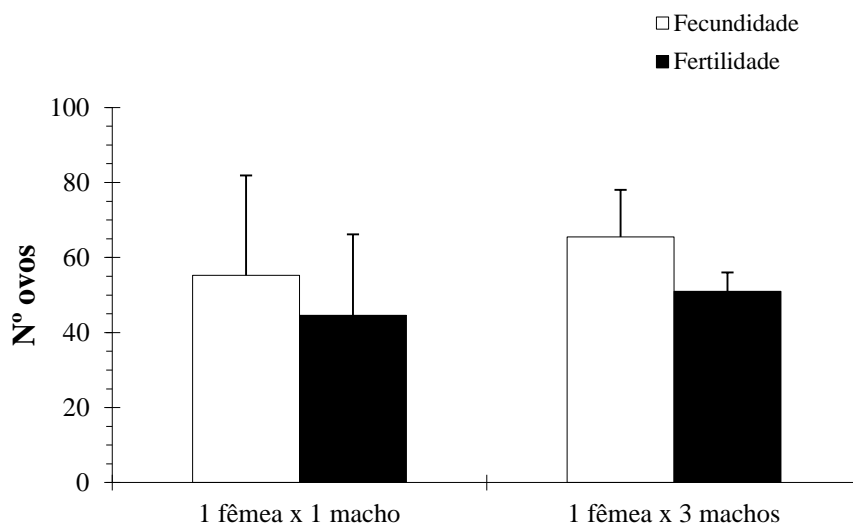


Figura 11- Número (média \pm erro padrão da média) total de ovos postos e ovos férteis por fêmea de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae)em ensaios de acasalamento 1 fêmea virgem x 1 macho virgem e 1 fêmea virgem x 3 macho virgens.

As fêmeas duraram entre 6 e 60 dias. As fêmeas que acasalaram apresentaram ciclos de postura cujos intervalos duraram entre um a três dias (Figura 11).

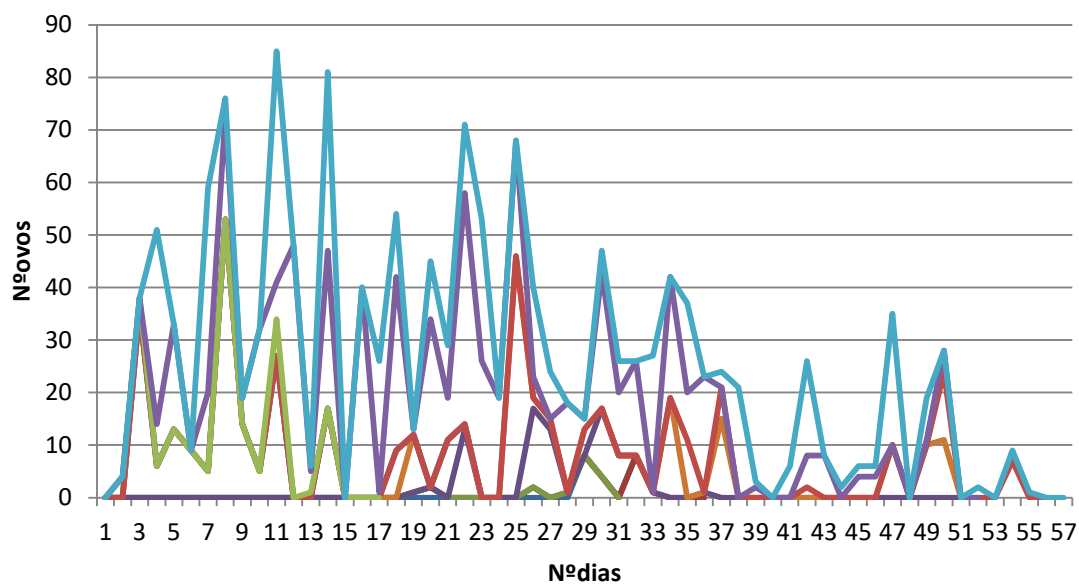


Figura 12- Ciclos de postura de fêmeas de *Delia radicum*(L.)(Diptero, Anthomyidae) fertilizadas onde cada linha representa uma fêmea

5. Discussão

5.1 Criação e manutenção em laboratório

O método de criação que melhores resultados proporcionou foi selecionado a partir da análise do que se obteve variando diversos factores.

Assim, a criação otimizada é a seguinte: i) gaiola de adultos- um vaso com uma planta de couve-brócolo, substrato coberto por feltro com fatias de nabo com aproximadamente por cima, algodões humedecidos com água destilada, água açucarada e levedura de cerveja *ad libitum*; ii) gaiola de larvas- periodicamente dependendo do tamanho da criação retirar fatias de nabo e trocar por novas, colocar fatias retiradas numa caixa com nabos cortados ao meio para larvas se desenvolverem, algodões humedecidos com água destilada; gaiola de emergência- depois de retiradas as pupas das fatias de nabo colocar pupas em substrato de turfa e fibra de coco (3:1) numa gaiola com algodões humedecidos com água destilada, após emergência passar adultos para gaiolas de adultos. A escolha do feltro armadilha baseou-se na maior facilidade de identificação e manuseamento dos ovos para posteriores experiências. A forma de colocação do feltro, entre cintas armadilha ou discos, foi selecionada, também, pela maior facilidade do manuseamento dos ovos nos discos e porque estes aumentaram a longevidade das plantas de couve-brócolo. O disco sendo mais abrangente, ocupava o substrato todo impedindo que as moscas fizessem posturas no mesmo e, conseqüentemente, as larvas por estarem mais perto das raízes da planta do que das rodela de nabo, atacassem mais aquelas em detrimento do nabo.

O alimento para as larvas foi selecionado com base na facilidade da aquisição, a durabilidade e capacidade de sustentar as larvas. Consegue-se adquirir nabo de produção biológica durante quase todo o ano, e este aguenta bastante tempo, no frigorífico, sem perder qualidade, por oposição ao rabanete que começa a perdê-la rapidamente quando armazenado (por desidratação). O rábano biológico é mais difícil de adquirir do que o nabo e com um número de larvas elevado começa a degradar-se mais rapidamente, tornando o manuseamento dos insectos mais difícil.

A fonte de proteína escolhida foi levedura de cerveja devido à disponibilidade deste produto no laboratório.

5.2 Taxa de desenvolvimento a diferentes temperaturas

Nas temperaturas testadas neste ensaio observou-se que conforme a temperatura aumentou, a velocidade de desenvolvimento da mosca-da-couve aumentou.

Contudo, para o desenvolvimento embrionário, pupal e total não se detetaram diferenças no tempo de desenvolvimento entre 22°C e 25°C, enquanto que no larvar não se verificaram diferenças no tempo de desenvolvimento entre 20°C e 22°C. Como referido em Söndgerath & Müller-Pietralla (1995), estudos em laboratório e na Alemanha indicam que a maior velocidade de desenvolvimento ocorre entre 22 e 27°C dependendo dos estágios. No presente trabalho, a velocidade de desenvolvimento aumentou sempre de 15°C para 25°C. Esta última é mais elevada do que o mencionado na bibliografia de algumas regiões como temperatura ideal para desenvolvimento e também afirmam que entre 21°C a 27°C começa a ocorrer a estivação (Harris & Svec, 1966). Assim, a população que se usou neste estudo, a do Oeste e Ribatejo, parece apresentar um desenvolvimento mais adaptado a temperaturas mais elevadas do clima mediterrânico. Contudo, para estimar a temperatura óptima no que se refere à velocidade de desenvolvimento teríamos de estudar a duração do desenvolvimento a temperaturas superiores às que foram usadas no presente trabalho. No entanto, a diferença entre a duração obtida a 22 e 25°C é muito pequena, apesar de significativa, pelo que se prevê que a temperatura que permite o desenvolvimento mais rápido seja próxima de 25°C.

Em relação à taxa de sobrevivência (isto é, número de adultos obtidos a partir de 100 ovos iniciais das repetições consideradas válidas) no ensaio de avaliação da influência da temperatura nos estádios verificou-se exatamente o contrário. Os valores mais elevados foram obtidos com as temperaturas mais baixas. De facto, com temperaturas mais elevadas aumentou a velocidade de desenvolvimento, mas também decresceu a taxa de sobrevivência. Esta diminuição pode dever-se ao facto de que com temperaturas mais elevadas ter aumentado o aparecimento de fungos nas placas de Petri devido ao aumento da condensação. Este problema foi observado, especialmente, a 22 e 25°C. Por outro lado, a 15°C observou-se que devido ao ritmo lento de desenvolvimento, o nabo perdia a capacidade de sustentar a larva, porque desidratava.

Na optimização da criação de *D. radicum* deverá, portanto, ter-se em conta estes dois factores: velocidade de desenvolvimento e taxa de sucesso na obtenção de adultos.

Contudo, e contrariamente ao que ocorreu neste trabalho, segundo Lepage et al. (2012), em condições naturais a sobrevivência larvar aumentou com o aumento de temperatura do solo de 17°C para 29°C, para as humidades testadas (15% e 100%); e os ovos apresentaram baixa mortalidade a temperaturas inferiores a 33°C.

Além disso, a taxa de sobrevivência calculada não reflecte a totalidade da mortalidade ocorrida, pois houve repetições que foram anuladas, como se referiu. A anulação foi consequência de dois eventos: (i) dessecação de ovos e mortalidade de larvas e pupas; ii) desaparecimento de ovos e larvas. O desaparecimento em grande parte parece ter sido causado por dificuldade em conseguir detetar os ovos desidratados ou as larvas mortas no

nabo, devido ao baixo contraste de cor, textura e relevo agravado, no caso das larvas, pela degradação do nabo por ação da alimentação de *D. radicum*. Assim, esta taxa de sobrevivência está calculada por excesso.

O zero de desenvolvimento estimado a partir da reta de regressão ajustada apresenta valor negativo o que é biologicamente impossível. Assim, e apesar da reta encontrada ser altamente significativa e apresentar uma correlação forte, e portanto, um bom ajustamento aos dados, este facto faz colocar a hipótese de algumas das temperaturas estudadas já não se encontrarem na zona rectilínea da relação temperatura - velocidade de desenvolvimento. Para testar essa hipótese e, porventura, conseguir estimar o zero de desenvolvimento seria necessário estudar a duração do desenvolvimento a temperaturas intermédias, por exemplo 17,5°C, superiores (27,5°C) e, sobretudo, inferiores às testadas (10°C, 12,5°C).

Vários autores observaram o zero de desenvolvimento como 4,3°C (Bazocl et al, 2012; Collier & Finch, 1985; Söndgerath & Müller-Pietralla, 1995).

5.3 Determinação do sistema de acasalamento

Apesar do número reduzido de ensaios e de repetições que foi possível realizar, é possível corroborar algumas informações já disponíveis quanto ao sistema reprodutivo de *D. radicum*.

Em primeiro, os dados confirmam que deve existir forte seleção sexual por parte das fêmeas na aceitação do macho para acasalar uma vez que em apenas 60% dos casos as fêmeas aceitaram o macho presente e acasalaram com ele. Por outro lado, foi registado comportamento de rejeição do macho por parte da fêmea em 20% dos casos e rejeição 20%. Este comportamento já foi descrito por Swailes (1961).

Os valores de fecundidade e fertilidade são muito semelhantes entre as modalidades 1 e 2, ou seja, nos casos em que as fêmeas estiveram juntas com mais de um macho (modalidade 2), não se observa um aumento no número de ovos postos o que sugere que as fêmeas só acasalam com um único macho e, portanto, o seu sistema reprodutivo das fêmeas é do tipo monogamia. Assim sendo, o macho pode ser considerado o fator mais limitante para o sucesso da criação de laboratório e, como tal, deve ser privilegiado e colocado em elevado número nas caixas de reprodução.

Verificou-se elevada variabilidade no número de ovos postos por fêmea, mesmo quando acasalam com machos virgens que devem dispor do seu máximo de potencial reprodutivo. Tanto em fêmeas virgens como fecundadas observou-se ciclos de postura que variaram entre um dia a três dias mesmo considerando a mesma fêmea. Todas estas situações podem originar problemas para a otimização de método de criação em laboratório para esta espécie.

Por outro lado, fêmeas virgens podem nunca chegar a por nenhum ovo ao longo da vida e quando põem é em menor número do que quando comparado com fêmeas fecundadas. Este facto é vantajoso do ponto de vista do processo de gestão de criação de insetos em laboratório, uma vez que a maioria dos ovos postos dará origem a descendência.

6. CONCLUSÕES

Verifica-se que é possível criar mosca-da-couve em laboratório com um procedimento relativamente simples, com recurso a plantas de couve-brócolo, nabo, mel e levedura de cerveja. Consegue-se manter descendência, manter populações elevadas de indivíduos na mesma gaiola para facilitar criação.

Não se conseguiu o alcançar a temperatura ótima parece ser 25°C ou superior, é necessário fazer mais testes. Mas observa-se que a população existente encontra-se bem adaptada ao clima mediterrânico.

O zero de desenvolvimento encontrado, deu um valor negativo, não pode ser tomado em conta e por essa razão a constante térmica provavelmente não é viável. Para efetuar uma aproximação melhor a estes valores têm que se fazer ensaios a outras temperaturas.

As fêmeas apresentam forte mecanismo de seleção sexual e apresentam comportamento monogâmico. Assim sendo, o macho pode ser considerado o fator mais limitante para o sucesso da criação de laboratório.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bazok, R.; Ceranic-Sertic, M.; Barcic, J.; Borosic, J.; Kozina, A.; Kos, T.; Lemic, D. & Cacic, M. 2012. Seasonal Flight, 2012; Optimal Timing and Efficacy of Selected Insecticides for Cabbage Maggot (*Delia radicum* L., Diptera: Anthomyiidae) Control, *Insects* 3(4) pp:1001-1027

Belluti, N.; 2011. Effects of mass rearing on the olfactory abilities of an invasive fruit moth species, *Graphilota molesta* (Busck). Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection, BOKU Vienna

Cáceres, C.; Rendon, P.; Jessup, Andrew; 2012. The FAO/IAEA readsheet for Designing and Operating Insect Mass-rearing Facilities, FAO

Collier, R. & Finch, S., 1985. Accumulated temperatures for predicting the time of emergence in the spring of the cabbage root fly, *Delia radicum* (L.) (Diptera: Anthomyiidae), *Bulletin of Entomological Research* 75, pp:395-404

Coacker, T.H., Wrigth, D.W., 1963. The influence of temperature of the emergence of the cabbage root fly (*Erioischia brassicae* (Bouché)), *Annals of applied Biology*, 52, pp:337-343

Cohen, Allen Carson; 2015. *Insect Diets Science and Technology*; North Carolina state university; CRC press

Darvas, B., Szappano, A.; 2003. Male and female morphology of central European *Delia* (Anthomyiidae) pests. Plant Protection Institute, Hungarian academy of Sciences, *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 49 (2) pp:87-101

Dickson, Michael H.; 1994. *Encyclopedia of Agricultural science*, volume 1 A-D, Cabbage and Cole Crops; Academic press; pp:327-337

Dreves, A.J.; 2006. Phenology and Monitoring of the Cabbage Maggot, *Delia radicum* (L.), in Brassica Root Crops, Tese de Doutorado, Oregon State University, Oregon, USA

Eskin, N.A. Michael; 1989. *Quality and Preservation of Vegetables*; Department of Foods and Nutrition University of Manitoba Winnipeg, Manitoba, Canada; CRC press; pp:265-285

Finch, S. & Coaker, T.H.; 1969. A method for the continuous rearing of the cabbage root fly *Erioischia brassicae* (Bouché) and some observations on its biology. *Bulletin of Entomological Research* 58, pp:619-627

Finch, S. & Coaker, T.H.; 1969. Comparison of the nutritive values of carbohydrates and related compounds to *Erioischia brassicae*. *Entomologia experimentalis et applicata* 12, pp:441-453.

Finch, S., Collier, H.; 1985. Laboratory studies on aestivation in the cabbage root fly (*Delia radicum*), *Entomologia experimentalis et applicata*, 38, 137-143

Forbes, A. R. 1955. The root maggot complex (Diptera: Anthomyiidae) in cruciferous crops of the Pacific Northwest. Dissertação de Mestrado, Oregon State College, Oregon, USA

Gouincguene, S.P.D. & Städler, E.; 2005. Comparison of the sensitivity of four *Delia* species to host and non-host plant compounds. *Physiological Entomology* 30, pp:62-74

Harris, C.R. & Svec, H.J.; 1966. Mass Rearing of the Cabbage Maggot Under Controlled Environmental Conditions, with Observations on the Biology of Cyclodiene-Susceptible and Resistant Strains. *Journal of Economic Entomology* vol.59, Nº3, pp:569-573

Hartman, T.P.V., Southern, D.I.; 1988. An investigation into the variations in the fine surface details of the eggs of five species of *Delia* (Diptera: Anthomyiidae), *Journal of the zoological society of London*, 216, pp:735-741

Johnsen, S., Gutierrez, A.P., Freuler, J.; 1990, The within season population dynamics of the cabbage root fly (*Delia radicum* (L.)): a simulation model, *Bulletin de la société entomologique Suisse*, 63, pp:451-463

Joseph, Shimat V.; Martinez, Jesus; 2014; Incidence of cabbage maggot (Diptera: Anthomyiidae) infestation and plant damage in seeded Brassica fields in California's central coast; *Crop Protection* 62; pp:72-78

Leapage, M.P.; Boivin, G.; Brodeur, J.; Bourgeois, G. ; 2014; Oviposition Pattern of Early and Late-Emerging Genotypes of *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae) at Different Temperatures; *Environmental Entomology*; 43(1), pp:178-186

Leapage, M.P.; Bourgeois, G.; Brodeur, J.; Boivin, G. 2012; Effect of soil Temperature and Moisture on Survival of Eggs and First Instar Larvae of *Delia radicum*; *Environmental Entomology*, 41(1), pp:159-165;

Nunes, P. 2005. Monitorização da mosca-da-couve na região do Oeste: contribuição para metodologias de estimativa do risco, trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora

Parisey, N., Nontagu, R., Ezanic, A., Cortesero, A.M., Le Ralec, A.; 2010, Development of the Cabbage Root fly in agricultural landscape seeing agroecosystems from a fly point of view, 3rd Workshop on MAS in Biology at meso or macroscopic scales

Razinger, J., Lutz, M., Schroers, H., Urek, G. & Grunder, J. (2014) Evaluation of Insect Associated and Plant Growth Promoting Fungi in the Control of Cabbage Root Flies. *Journal of Economic Entomology* 107, pp:1348-1354

Rousse, P., Fournet, S., Porteneuve, C. & Burnel, E. (2003). Trap cropping to control *Delia radicum* populations in cruciferous crops: first result and future applications. *Entomologia Experimentalis et applicata* 109, pp:133-138

Savage, J., Fortier, A-M., Fournier, F., Bellavance, V. 2016. Identification of *Delia* pest species (Diptera: Anthomyiidae) in cultivated crucifers and other vegetable crops in Canada. Canadian Journal of Arthropod Identification No. 29: June 29, 2016.

Söndgerath, D. & Müller-Pietralla, W. ,1995, A model for the development of the cabbage root fly (*Delia radicum* L.) based on the extended Leslie model, Ecological modeling, nº91,pp: 67-76

Spencer, J.L., Candolfi, M.P., Keller,J.E., Miller, J.R., 1997,Specificity of accessory gland extracts in three *Delia* species (Diptera: Anthomyiidae), Physiological Entomology ,nº22, ,pp:175-182

Spencer, J.L., Candolfi, M.P., Keller,J.E., Miller, J.R., 1995, Onion fly, *Delia antiqua*, oviposition and mating as influenced by insect age and dosage of male reproductive tract extract (Diptera: Anthomyiidae),Journal of Insect Behavior , vol.8 nº5 , pp:617-635

Spencer, J.L., Miller J.R. , 2002, Lifetime ovipositional patterns of mated and virgin onion flies, *Delia antiqua* (Diptera:Anthomyiidae), Journal of insect Physiology 48,pp:171-180

Swales, G.E. , 1961, Laboratory studies on mating and oviposition of *Hylemya brassicae* (Bouché)(Diptera:Anthomyiidae), Canada Agriculture Research Station, Lethbridge, Alberta, The Canadian Entomologist, pp: 940-943

Swales G. E. , 1971, Reproductive behavior and effects of the male accessory gland substance in the Cabbage Maggot, *Hylemya brassicae*,), Canada Agriculture Research Station, Lethbridge, Alberta, Annals of the Entomological Society of America, vol 63 nº1, pp.176-179

Vaz,J., Silva, E., Figueiredo, E., 2016, Criação e resultado preliminares de desenvolvimento de mosca-da-couve, XVII Congresso Iberico de entomologia, Lisboa

Vereecke, A. & Hertveldt, L. ,1971, Laboratory Rearing of the Cabbage Maggot. Journal of Economic Entomology 64, pp:670-673

Sites

EPPO Global Database disponível em: <https://gd.eppo.int/taxon/HYLERA> (Acedido a 25/2/2017)

http://entomology.museums.ualberta.ca/searching_species_details.php?s=6300

Griffiths, G.C.D., *Flies of the Nearctic Region Cyclorrhapha II (Schizophora: Calyptratae) Anthomyiidae*, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1991 pp953-1048

Smith, K. G. V., *An introduction to the Immature stages of British flies, Diptera larvae, with notes on eggs, puparia and pupae*,vol. 10, part 14, Royal Entomological Society of London, 1989, pag.132

7. ANEXO 1

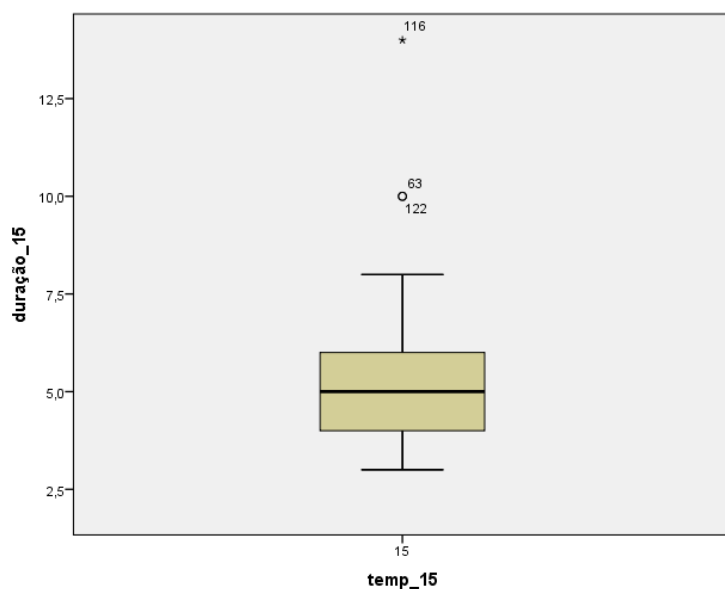
Estatística descritiva, testes de normalidade, homogeneidade de variâncias e ANOVA/Kruskal-Wallis relativas à duração/velocidade de desenvolvimento dos diversos estados de *Delia radicum* a diferentes temperaturas

Desenvolvimento embrionário

A 15°C N=123

Descritivas

				Estatística	Erro Padrão
duração_15	15	Média		5,07	,151
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	4,77	
			Limite superior	5,36	
		5% da média aparada		4,93	
		Mediana		5,00	
		Variância		2,799	
		Desvio Padrão		1,673	
		Mínimo		3	
		Máximo		14	
		Amplitude		11	
		Amplitude interquartil		2	
		Assimetria		1,817	,218
		Curtose		6,204	,433



Testes de Normalidade

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	temp_15	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração_15	15	,223	123	,000	,838	123	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Em função do sexo a 15°C N F=27 N M=25

Descritivas^a

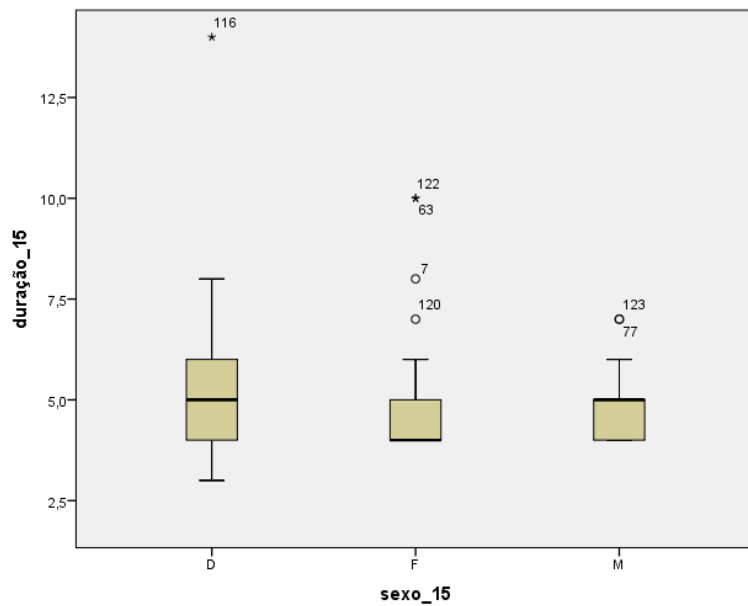
sexo_15			Estatística	Erro Padrão
duração_15	F	Média	5,07	,337
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	4,38
			Limite superior	5,77
		5% da média aparada	4,86	
		Mediana	4,00	
		Variância	3,071	
		Desvio Padrão	1,752	
		Mínimo	4	
		Máximo	10	
		Amplitude	6	
		Amplitude interquartil	1	
		Assimetria	1,962	,448
		Curtose	3,227	,872
	M	Média	4,88	,185
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	4,50
			Limite superior	5,26
		5% da média aparada	4,81	
		Mediana	5,00	
		Variância	,860	
		Desvio Padrão	,927	
		Mínimo	4	
		Máximo	7	
		Amplitude	3	
		Amplitude interquartil	1	
		Assimetria	,935	,464
		Curtose	,284	,902

a. Não há casos válidos para duração_15 quando sexo_15 = ,000. As estatísticas não podem ser calculadas para esse nível.

Testes de Normalidade^a

		Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
sexo_15		Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração_15	F	,295	27	,000	,664	27	,000
	M	,249	25	,000	,812	25	,000

a. Não há casos válidos para duração_15 quando sexo_15 = ,000. As estatísticas não podem ser calculadas para esse nível.



Sem o outlier extremo nº 116 de 14 dias a 15°C N=122

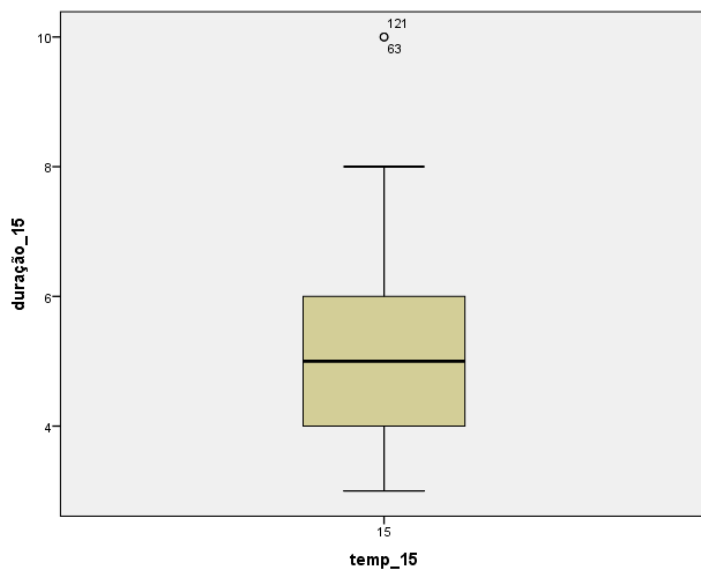
Descritivas

temp_15		Estatística		Erro Padrão
duração_15	15	Média	4,99	,133
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	4,73	
		Limite superior	5,26	
	5% da média aparada		4,90	
	Mediana		5,00	
	Variância		2,157	
	Desvio Padrão		1,469	
	Mínimo		3	
	Máximo		10	
	Amplitude		7	
	Amplitude interquartil		2	
	Assimetria		,969	,219
	Curtose		,973	,435

Testes de Normalidade

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
temp_15		Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração_15	15	0,211	122	0,000	0,893	122	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors



15°C NF=27 NM= 25

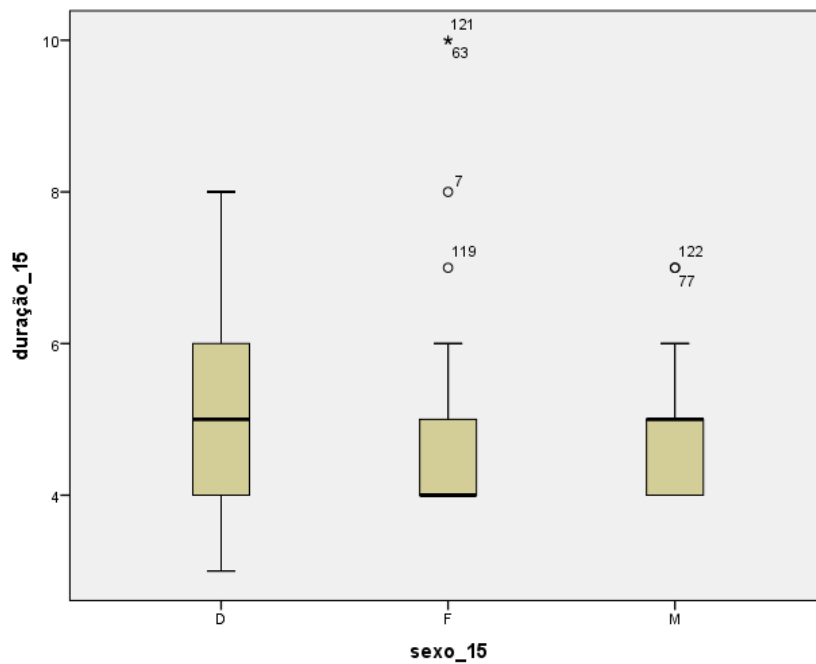
Descritivas^a

sexo_15		Estatística		Erro Padrão
duração_15	F	Média	5,07	,337
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	4,38
			Limite superior	5,77
		5% da média aparada	4,86	
		Mediana	4,00	
		Variância	3,071	
		Desvio Padrão	1,752	
		Mínimo	4	
		Máximo	10	
		Amplitude	6	
		Amplitude interquartil	1	
		Assimetria	1,962	,448
		Curtose	3,227	,872
	M	Média	4,88	,185
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	4,50
			Limite superior	5,26
		5% da média aparada	4,81	
		Mediana	5,00	
		Variância	,860	
		Desvio Padrão	,927	
		Mínimo	4	
		Máximo	7	
		Amplitude	3	
		Amplitude interquartil	1	
		Assimetria	,935	,464
		Curtose	,284	,902

Testes de Normalidade^a

		Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	sexo_15	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração_15	F	,295	27	,000	,664	27	,000
	M	,249	25	,000	,812	25	,000

a. Não há casos válidos para duração_15 quando sexo_15 = ,000. As estatísticas não podem ser calculadas para esse nível.



Comparação de sexo

Fatores entre sujeitos

		N
sexo_15	F	27
	M	25

Teste de igualdade de variâncias do erro de Levene^a

Variável dependente: duração_15

F	gl1	gl2	Sig.
3,728	1	50	,059

Testa a hipótese nula de que a variância do erro da variável dependente é igual entre grupos.

a. Design: Intercepto + sexo_15

Avancei para a ANOVA apesar da normalidade não existir porque homogeneidade das variâncias é aceitável

Testes de efeitos entre sujeitos

Variável dependente: duração_15

Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	,489 ^a	1	,489	,243	,624
Intercepto	1286,181	1	1286,181	639,943	,000
sexo_15	,489	1	,489	,243	,624
Erro	100,492	50	2,010		
Total	1391,000	52			
Total corrigido	100,981	51			

a. R Quadrado = ,005 (R Quadrado Ajustado = -,015)

Comparação de temperaturas

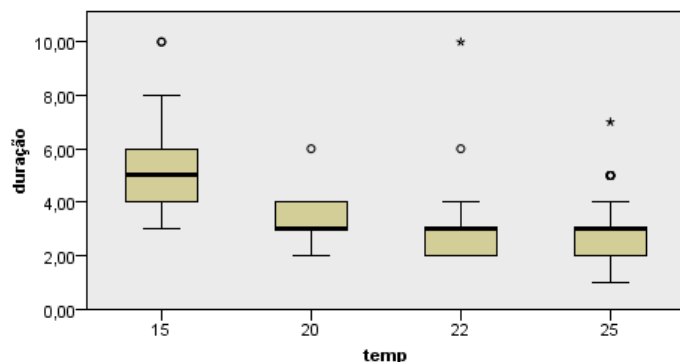
Teste de Homogeneidade de Variâncias

duração

Estatística de Levene	gl1	gl2	Sig.
19,426	3	455	,000

Teste não paramétrico de Kruskal-Wallis

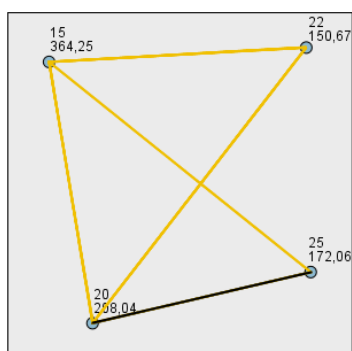
Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes



N total	459
Estatística de teste	206,172
Graus de liberdade	3
Sig. assintótico (teste de 2 lados)	,000

1. A estatística do teste está ajustada para empates.

Comparação Entre Pares de temp



Cada nó mostra a posição média de amostra de temp.

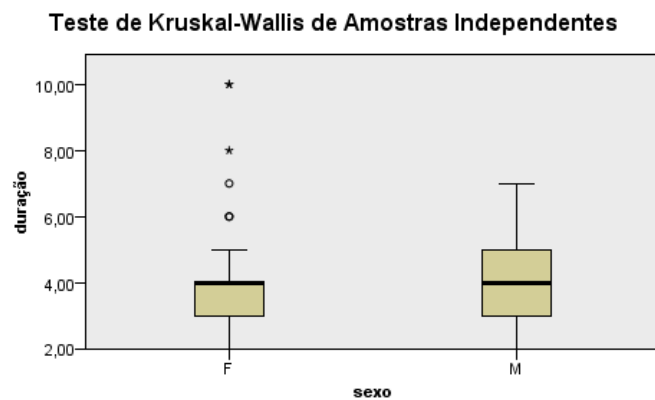
Amostra1-Amostra2	Estatística de Teste	Std. Erro	Erro Estatística de Teste	Sig.	Sig. Aj.
22-25	-21,395	17,826	-1,200	,230	1,000
22-20	57,372	16,780	3,419	,001	,004
22-15	213,579	17,281	12,359	,000	,000
25-20	35,978	15,988	2,250	,024	,147
25-15	192,185	16,514	11,638	,000	,000
20-15	156,207	15,378	10,158	,000	,000

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas.
São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é ,05.
Os valores de significância foram ajustados pela correção Bonferroni para vários testes.

Entre sexo

Fatores entre sujeitos

		N
sexo	F	73
	M	65



N total	138
Estatística de teste	,316
Graus de liberdade	1
Sig. assintótico (teste de 2 lados)	,574

1. A estatística do teste está ajustada para empates.
2. Comparações múltiplas não são realizadas, pois o teste inteiro não apresenta diferenças significativas entre as amostras.

Desenvolvimento larvar

Teste de igualdade de variâncias do erro de Levene^a

Variável dependente: duração

F	gl1	gl2	Sig.
2,485	11	201	,006

Testa a hipótese nula de que a variância do erro da variável dependente é igual entre grupos.

a. Design: Intercepto + sexo + temperat + sexo *
 temperat

Testes de Normalidade

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	temperat	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração	15	,240	64	,000	,898	64	,000
	20	,162	61	,000	,948	61	,012
	22	,144	47	,016	,953	47	,058
	25	,186	41	,001	,903	41	,002

a. Correlação de Significância de Lilliefors

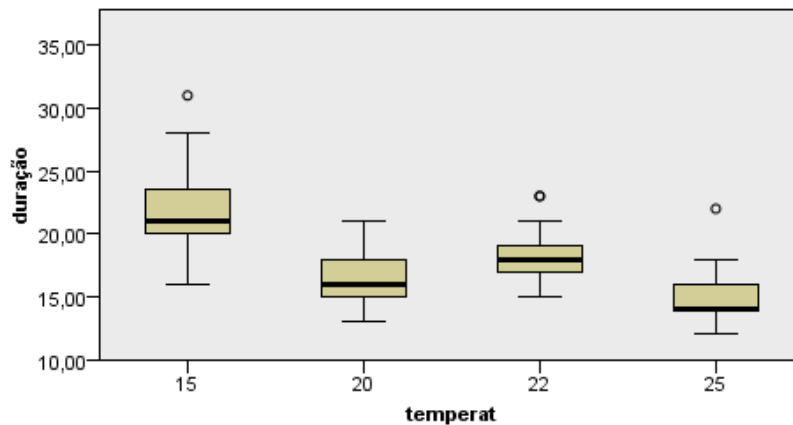
Testes de Normalidade

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	sexo	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração	D	,188	78	,000	,885	78	,000
	F	,117	71	,018	,952	71	,009
	M	,117	64	,031	,966	64	,075

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Assim teste não paramétrico de Kruskal-Wallis

Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes



N total	213
Estatística de teste	138,194
Graus de liberdade	3
Sig. assintótico (teste de 2 lados)	,000

1. A estatística do teste está ajustada para empates.

Testes de

Normalidade

	sexo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração	F	,117	71	,018	,952	71	,009
	M	,117	64	,031	,966	64	,075

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Teste de igualdade de variâncias do erro de Levene^a

Variável dependente: duração

F	gl1	gl2	Sig.
,410	1	133	,523

Testa a hipótese nula de que a variância do erro da variável dependente é igual entre grupos.

a. Design: Intercepto + sexo

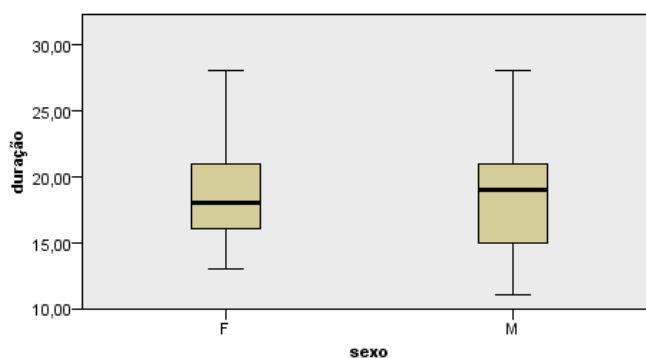
Testes de efeitos entre sujeitos

Variável dependente: duração

Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	1,007 ^a	1	1,007	,081	,776
Intercepto	46667,911	1	46667,911	3773,778	,000
sexo	1,007	1	1,007	,081	,776
Erro	1644,726	133	12,366		
Total	48462,000	135			
Total corrigido	1645,733	134			

a. R Quadrado = ,001 (R Quadrado Ajustado = -,007)

Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes



N total	135
Estatística de teste	,021
Graus de liberdade	1
Sig. assintótico (teste de 2 lados)	,884

1. A estatística do teste está ajustada para empates.
2. Comparações múltiplas não são realizadas, pois o teste inteiro não apresenta diferenças significativas entre as amostras.

Desenvolvimento pupal

Resumo de processamento de casos

	temperat	Válido		Casos Omisso		Total	
		N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
duração	15	49	100,0%	0	0,0%	49	100,0%
	20	34	100,0%	0	0,0%	34	100,0%
	22	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
	25	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

Descritivas

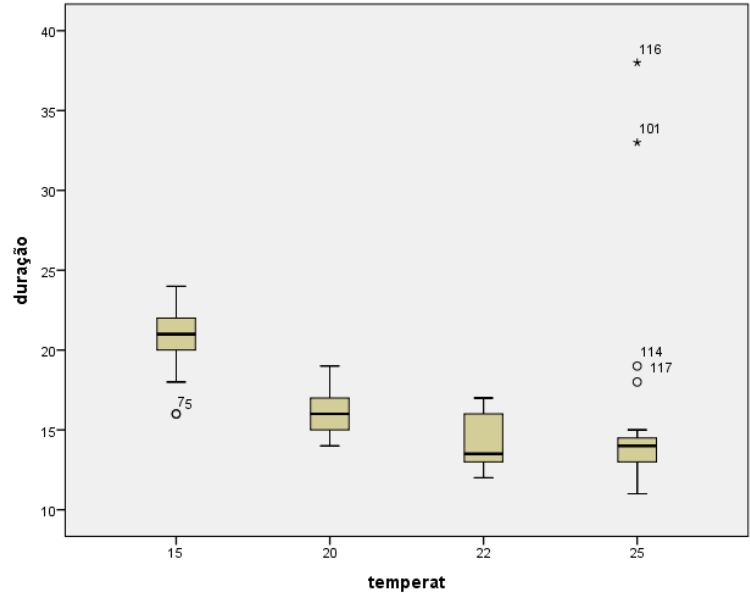
	temperat		Estatística	Erro Padrão
duração	15	Média	20,94	,245
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	20,45
			Limite superior	21,43
		5% da média aparada	21,06	
		Mediana	21,00	
		Variância	2,934	
		Desvio Padrão	1,713	
		Mínimo	16	
		Máximo	24	
		Amplitude	8	
		Amplitude interquartil	2	
		Assimetria	-1,068	,340
		Curtose	1,393	,668
	20	Média	16,15	,199
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	15,74
			Limite superior	16,55
		5% da média aparada	16,13	
		Mediana	16,00	
		Variância	1,341	
		Desvio Padrão	1,158	
		Mínimo	14	
		Máximo	19	
		Amplitude	5	
		Amplitude interquartil	2	
		Assimetria	,443	,403
		Curtose	,155	,788
	22	Média	14,13	,427
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	13,21
			Limite superior	15,04
		5% da média aparada	14,08	
		Mediana	13,50	
		Variância	2,917	
		Desvio Padrão	1,708	
		Mínimo	12	
		Máximo	17	
		Amplitude	5	
		Amplitude interquartil	3	
		Assimetria	,238	,564
		Curtose	-1,506	1,091
	25	Média	16,10	1,549
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	12,86
			Limite superior	19,34
		5% da média aparada	15,17	
		Mediana	14,00	
		Variância	47,989	
		Desvio Padrão	6,927	

	Mínimo	11	
	Máximo	38	
	Amplitude	27	
	Amplitude interquartil	2	
	Assimetria	2,620	,512
	Curtose	6,293	,992

Testes de Normalidade

	temperat	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração	15	,229	49	,000	,899	49	,001
	20	,256	34	,000	,914	34	,011
	22	,245	16	,011	,881	16	,040
	25	,369	20	,000	,577	20	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors



Resumo de processamento de casos

	sexo	Válido		Casos Omisso		Total	
		N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
duração	D	2	100,0%	0	0,0%	2	100,0%
	F	63	100,0%	0	0,0%	63	100,0%
	M	54	100,0%	0	0,0%	54	100,0%

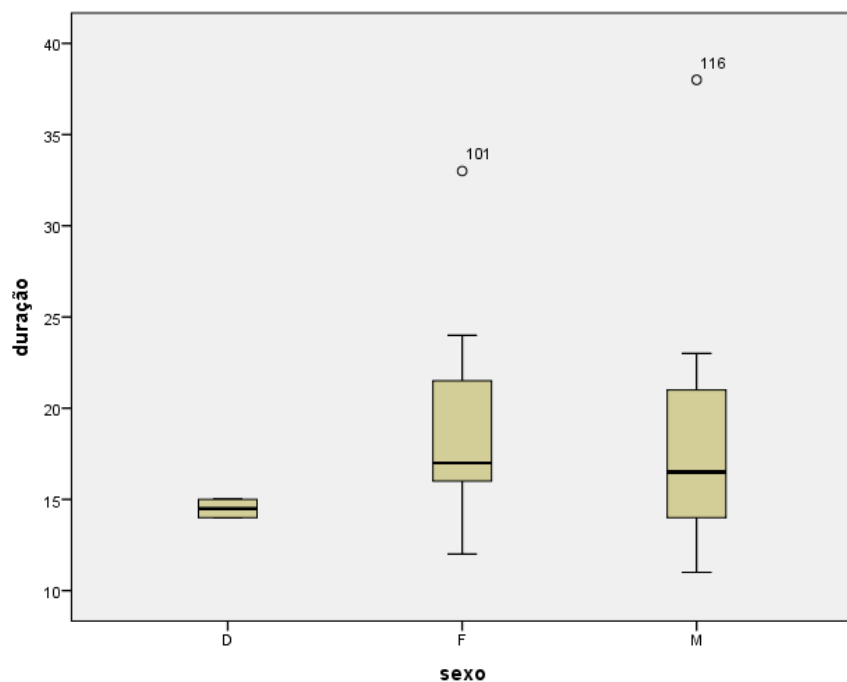
Descritivas

	sexo		Estatística	Erro Padrão
duração	F	Média	18,32	,477
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	17,36
			Limite superior	19,27
		5% da média aparada	18,19	
		Mediana	17,00	
		Variância	14,349	
		Desvio Padrão	3,788	
		Mínimo	12	
		Máximo	33	
		Amplitude	21	
		Amplitude interquartil	6	
		Assimetria	,902	,302
		Curtose	1,956	,595
	M	Média	17,41	,607
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	16,19
			Limite superior	18,62
		5% da média aparada	17,12	
		Mediana	16,50	
		Variância	19,869	
		Desvio Padrão	4,457	
		Mínimo	11	
		Máximo	38	
		Amplitude	27	
		Amplitude interquartil	7	
		Assimetria	1,795	,325
		Curtose	7,100	,639

Testes de Normalidade

	sexo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração	D	,260	2	.			
	F	,174	63	,000	,909	63	,000
	M	,124	54	,038	,842	54	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors



Sem os outliers 101 e 116 33 e 38 dias a 25C

Resumo de processamento de casos

	temperat	N	Válido	Casos		N	Total	
			Porcentagem	N	Porcentagem		Porcentagem	
duração	15	49	100,0%	0	0,0%	49	100,0%	
	20	34	100,0%	0	0,0%	34	100,0%	
	22	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%	
	25	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%	

Descritivas

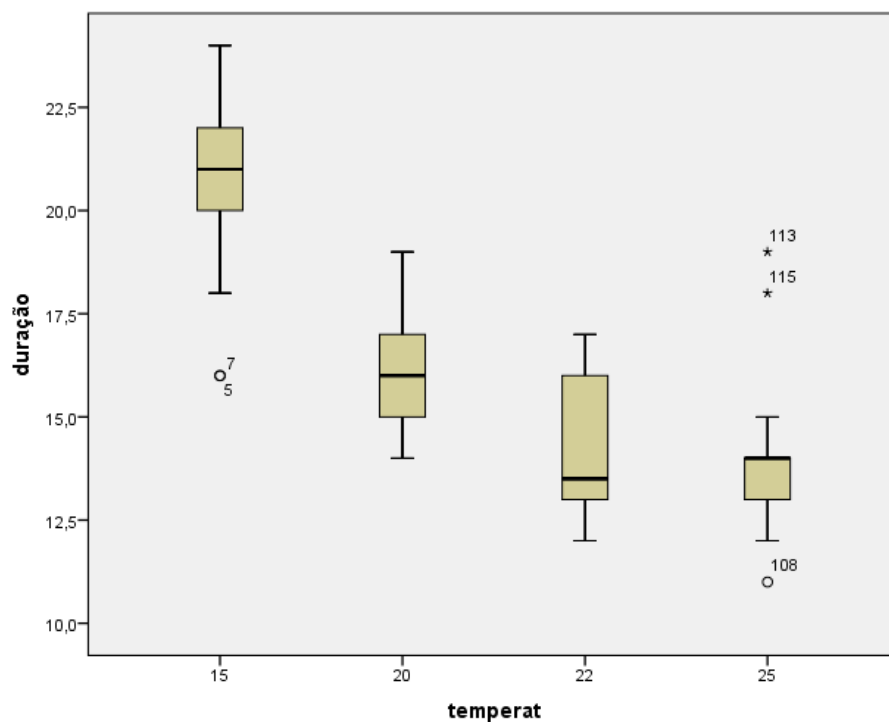
temperat		Estatística		Erro Padrão
duração	15	Média	20,94	,245
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	20,45
			Limite superior	21,43
		5% da média aparada	21,06	
		Mediana	21,00	
		Variância	2,934	
		Desvio Padrão	1,713	
		Mínimo	16	
		Máximo	24	
		Amplitude	8	
		Amplitude interquartil	2	
		Assimetria	-1,068	,340
		Curtose	1,393	,668
	20	Média	16,15	,199
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	15,74
			Limite superior	16,55
		5% da média aparada	16,13	
		Mediana	16,00	

		Variância		1,341	
		Desvio Padrão		1,158	
		Mínimo		14	
		Máximo		19	
		Amplitude		5	
		Amplitude interquartil		2	
		Assimetria		,443	,403
		Curtose		,155	,788
	22	Média		14,13	,427
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	13,21	
			Limite superior	15,04	
		5% da média aparada		14,08	
		Mediana		13,50	
	25	Variância		2,917	
		Desvio Padrão		1,708	
		Mínimo		12	
		Máximo		17	
		Amplitude		5	
		Amplitude interquartil		3	
		Assimetria		,238	,564
		Curtose		-1,506	1,091
		Média		13,94	,454
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	12,99	
			Limite superior	14,90	
		5% da média aparada		13,83	
		Mediana		14,00	
		Variância		3,703	
		Desvio Padrão		1,924	
		Mínimo		11	
		Máximo		19	
		Amplitude		8	
		Amplitude interquartil		1	
		Assimetria		1,426	,536
		Curtose		2,697	1,038

Testes de Normalidade

	temperat	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração	15	,229	49	,000	,899	49	,001
	20	,256	34	,000	,914	34	,011
	22	,245	16	,011	,881	16	,040
	25	,322	18	,000	,822	18	,003

a. Correlação de Significância de Lilliefors



Resumo de processamento de casos

	sexo	Válido		Casos Omisso		Total	
		N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
duração	D	2	100,0%	0	0,0%	2	100,0%
	F	62	100,0%	0	0,0%	62	100,0%
	M	53	100,0%	0	0,0%	53	100,0%

Descritivas

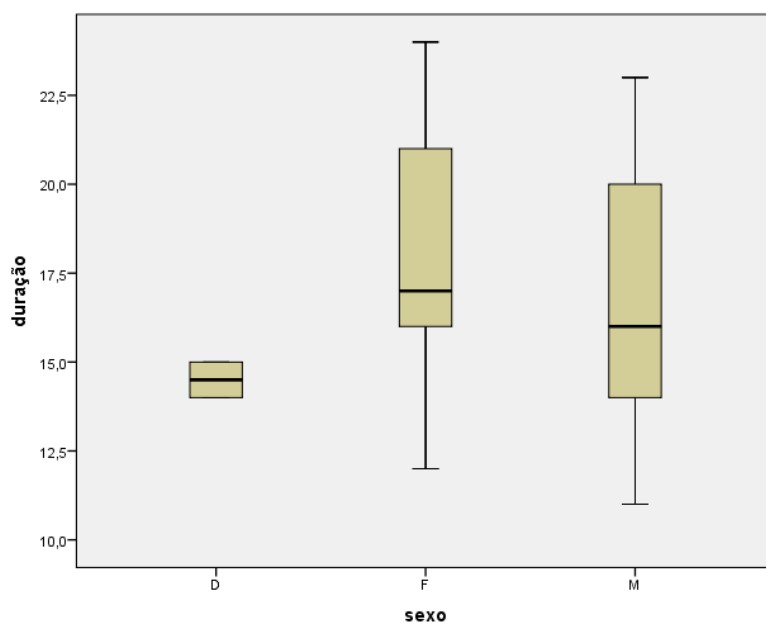
		sexo		Estatística		Erro Padrão
duração	F	Média		18,08		,421
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	17,24		
			Limite superior	18,92		
		5% da média aparada		18,11		
		Mediana		17,00		
		Variância		10,993		
		Desvio Padrão		3,316		
		Mínimo		12		
		Máximo		24		
		Amplitude		12		
		Amplitude interquartil		5		
		Assimetria		,119		,304
		Curtose		-1,250		,599
	M	Média		17,02		,475
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	16,07		
			Limite superior	17,97		

5% da média aparada	17,02	
Mediana	16,00	
Variância	11,942	
Desvio Padrão	3,456	
Mínimo	11	
Máximo	23	
Amplitude	12	
Amplitude interquartil	7	
Assimetria	,053	,327
Curtose	-1,396	,644

Testes de Normalidade

	sexo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
duração	D	,260	2	.			
	F	,186	62	,000	,922	62	,001
	M	,145	53	,007	,926	53	,003

a. Correlação de Significância de Lilliefors



Teste de igualdade de variâncias do erro de Levene^a

Variável dependente: duração

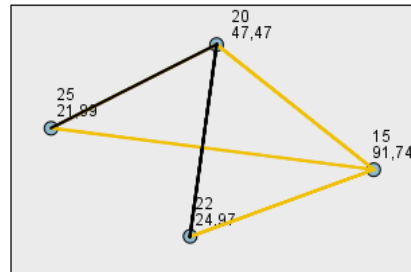
F	gl1	gl2	Sig.
3,025	9	107	,003

Testa a hipótese nula de que a variância do erro da variável dependente é igual entre grupos.

a. Design: Intercepto + temperat + sexo + temperat * sexo

Homogeneidade das variâncias não assumida – Kruskal-Wallis

Comparação Entre Pares de temperat

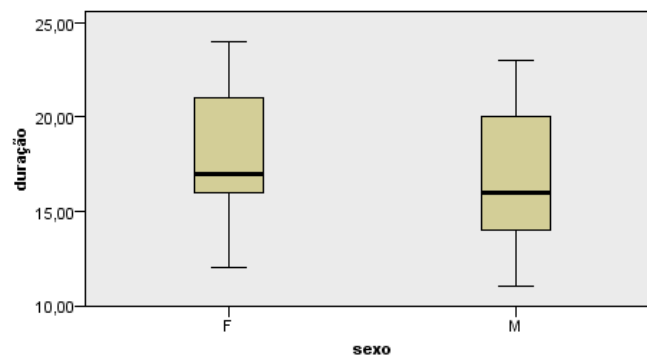


Cada nó mostra a posição média de amostra de temperat.

Amostra1-Amostra2	Estatística de Teste	Std. Erro	Erro Estatística de Teste	Sig.	Sig. Aj.
25-22	3,080	11,584	,266	,790	1,000
25-20	25,582	9,828	2,603	,009	,055
25-15	69,856	9,292	7,518	,000	,000
22-20	22,502	10,221	2,201	,028	,166
22-15	66,776	9,708	6,879	,000	,000
20-15	44,274	7,525	5,883	,000	,000

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas.
São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é ,05.
Os valores de significância foram ajustados pela correção Bonferroni para vários testes.

Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes



N total	115
Estatística de teste	3,471
Graus de liberdade	1
Sig. assintótico (teste de 2 lados)	,062

1. A estatística do teste está ajustada para empates.
2. Comparações múltiplas não são realizadas, pois o teste inteiro não apresenta diferenças significativas entre as amostras.

Desenvolvimento total

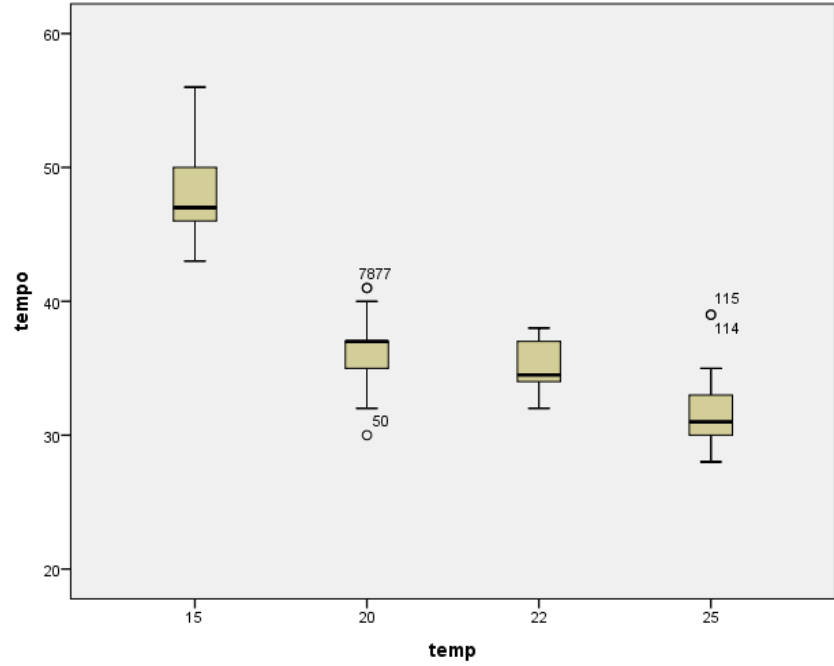
Resumo de processamento de casos

	temp	Válido		Casos Omisso		Total	
		N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
tempo	15	49	100,0%	0	0,0%	49	100,0%
	20	35	100,0%	0	0,0%	35	100,0%
	22	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
	25	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%

Descritivas

temp		Estatística		Erro Padrão
tempo	15	Média	47,92	,451
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	47,01
			Limite superior	48,82
		5% da média aparada	47,75	
		Mediana	47,00	
		Variância	9,952	
		Desvio Padrão	3,155	
		Mínimo	43	
		Máximo	56	
		Amplitude	13	
		Amplitude interquartil	4	
		Assimetria	,867	,340
		Curtose	,414	,668
	20	Média	36,20	,399
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	35,39
			Limite superior	37,01
		5% da média aparada	36,23	
		Mediana	37,00	
		Variância	5,576	
		Desvio Padrão	2,361	
		Mínimo	30	
		Máximo	41	
		Amplitude	11	
		Amplitude interquartil	2	
		Assimetria	-,239	,398
		Curtose	,641	,778
	22	Média	35,13	,455
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	34,15
			Limite superior	36,10
		5% da média aparada	35,14	
		Mediana	34,50	
		Variância	3,317	
		Desvio Padrão	1,821	
		Mínimo	32	
		Máximo	38	

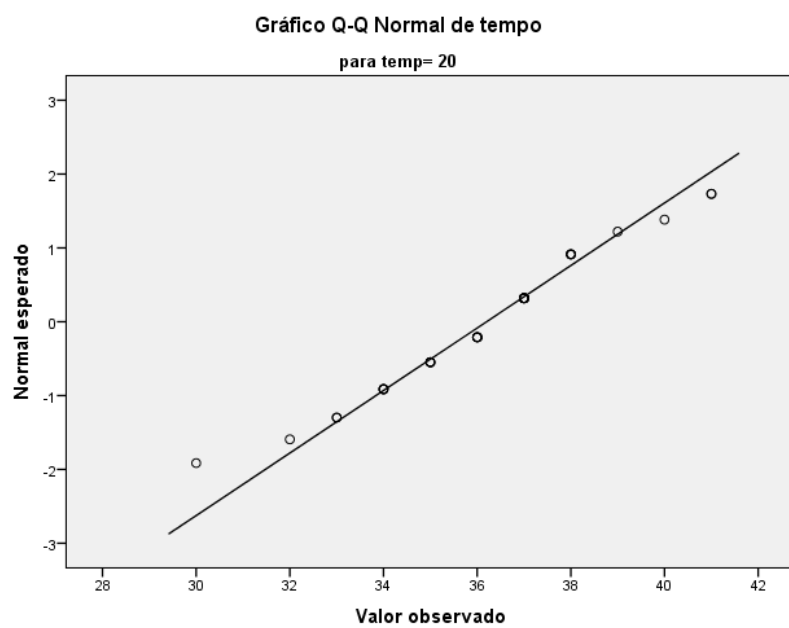
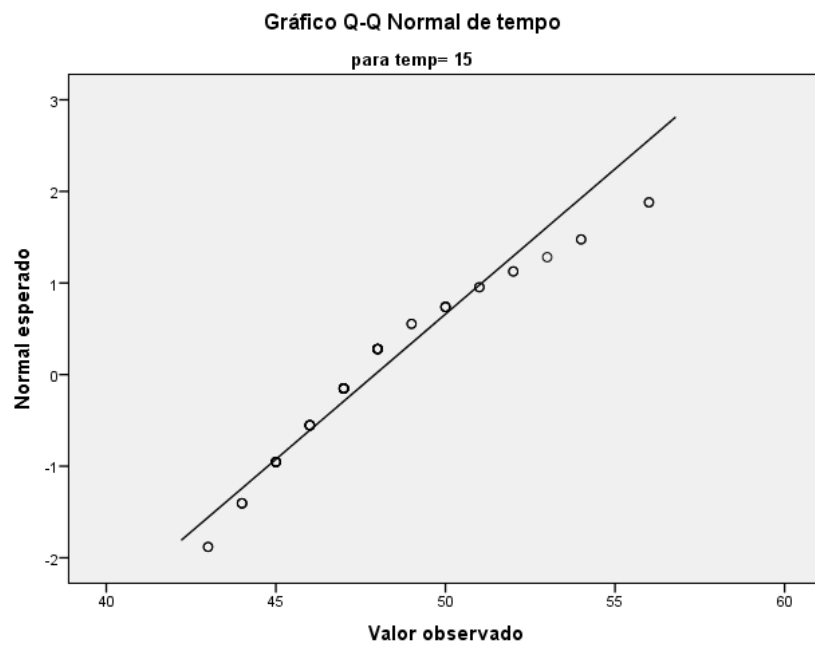
25	Amplitude		6	
	Amplitude interquartil		3	
	Assimetria		,244	,564
	Curtose		-,995	1,091
	Média		31,89	,749
	95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	30,31	
		Limite superior	33,47	
	5% da média aparada		31,71	
	Mediana		31,00	
	Variância		10,105	
	Desvio Padrão		3,179	
	Mínimo		28	
	Máximo		39	
	Amplitude		11	
	Amplitude interquartil		3	
	Assimetria		1,177	,536
	Curtose		1,180	1,038

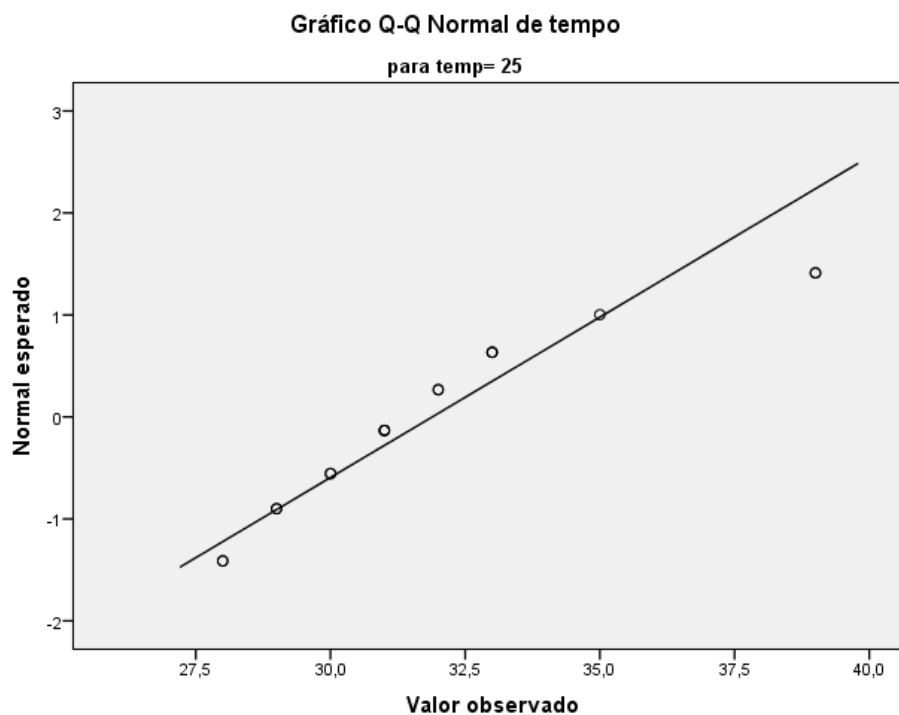
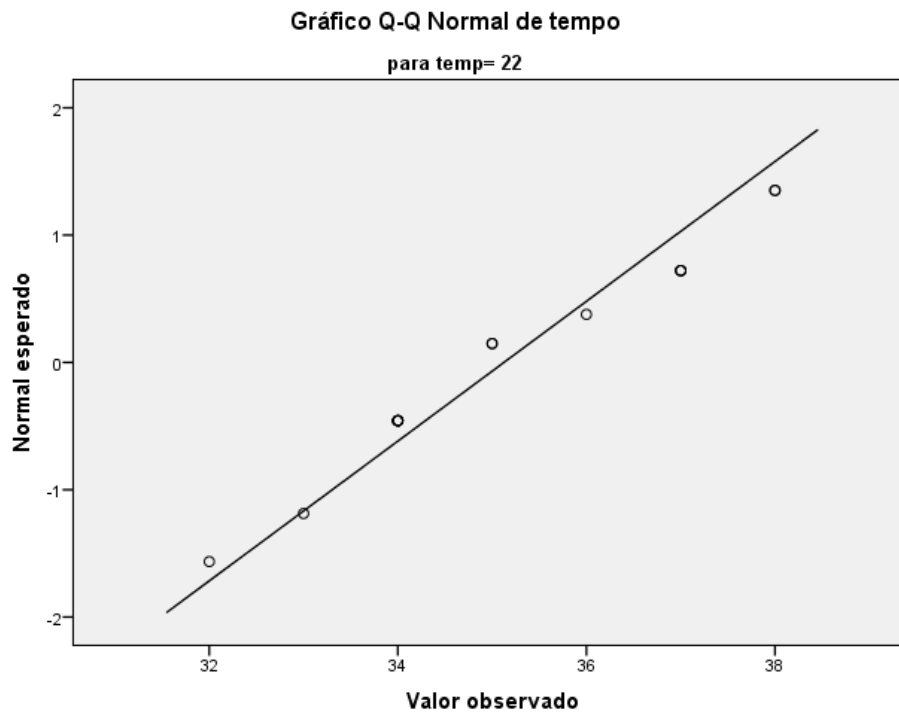


Testes de Normalidade

	temp	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
tempo	15	,184	49	,000	,931	49	,006
	20	,148	34	,057	,956	34	,186
	22	,207	15	,082	,922	15	,209
	25	,197	18	,064	,876	18	,022

a. Correlação de Significância de Lilliefors





Por sexo

Resumo de processamento de casos

	sexo	Válido		Casos Omisso		Total	
		N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
tempo	F	63	100,0%	0	0,0%	63	100,0%
	M	53	100,0%	0	0,0%	53	100,0%

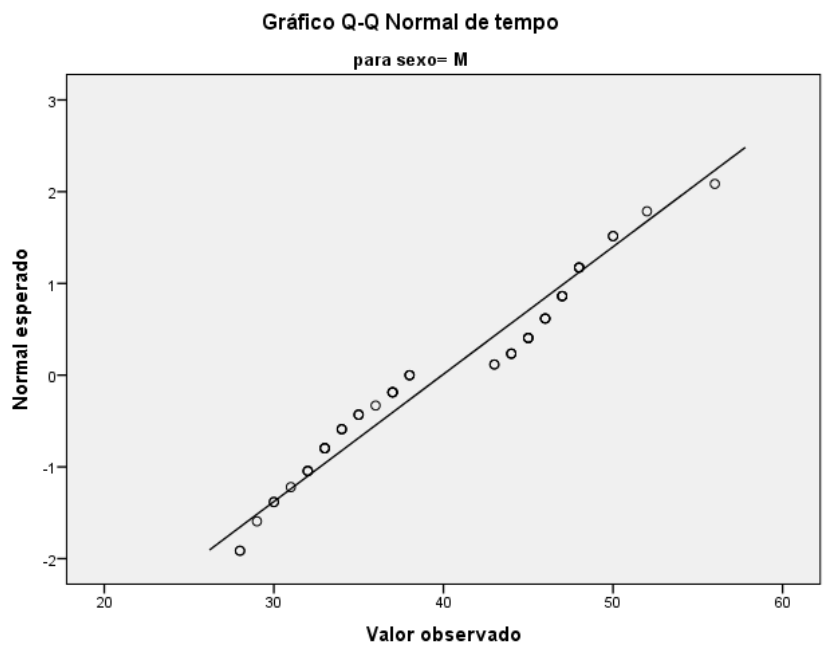
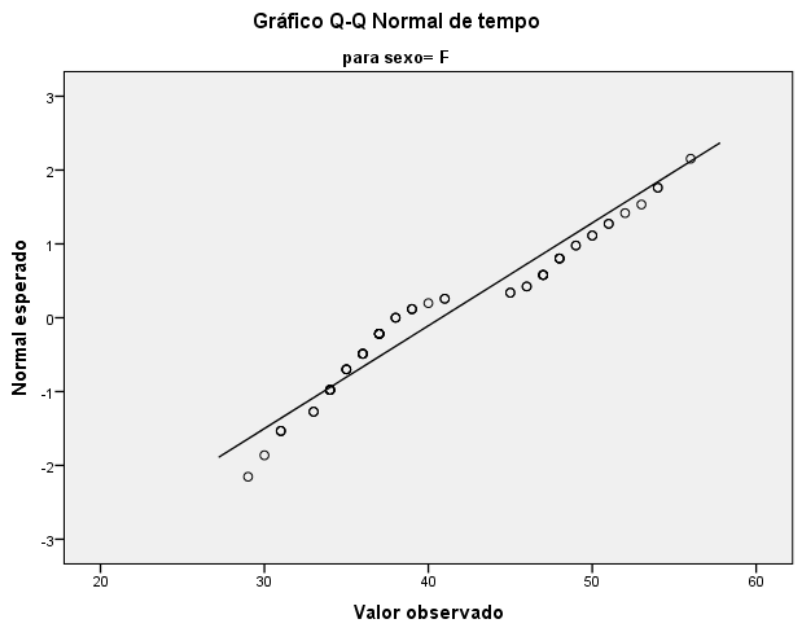
Descritivas

		sexo		Estatística	Erro Padrão
tempo	F	Média		40,78	,905
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	38,97	
			Limite superior	42,59	
		5% da média aparada		40,61	
		Mediana		38,00	
		Variância		51,563	
		Desvio Padrão		7,181	
		Mínimo		29	
		Máximo		56	
		Amplitude		27	
		Amplitude interquartil		12	
		Assimetria		,406	,302
		Curtose		-1,093	,595
	M	Média		39,92	,989
		95% Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	37,94	
			Limite superior	41,91	
		5% da média aparada		39,85	
		Mediana		38,00	
		Variância		51,840	
		Desvio Padrão		7,200	
		Mínimo		28	
		Máximo		56	
		Amplitude		28	
		Amplitude interquartil		13	
		Assimetria		,096	,327
		Curtose		-1,154	,644

Testes de Normalidade

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
tempo	sexo	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
	F	,177	63	,000	,925	63	,001
	M	,148	53	,005	,940	53	,010

a. Correlação de Significância de Lilliefors



ANOVA

Teste de Homogeneidade de Variâncias

tempo

Estatística de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,464	3	114	,228

Assume-se que as variâncias são homogêneas

ANOVA

tempo

	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	5134,055	3	1711,352	219,502	,000
Nos grupos	888,801	114	7,797		
Total	6022,856	117			

Comparações múltiplas

Variável dependente: tempo

	(I) temp	(J) temp	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
						Limite inferior	Limite superior
Tukey HSD	15	20	11,718 [*]	,618	,000	10,11	13,33
		22	12,793 [*]	,804	,000	10,70	14,89
		25	16,029 [*]	,770	,000	14,02	18,04
	20	15	-11,718 [*]	,618	,000	-13,33	-10,11
		22	1,075	,843	,580	-1,12	3,27
		25	4,311 [*]	,810	,000	2,20	6,42
	22	15	-12,793 [*]	,804	,000	-14,89	-10,70
		20	-1,075	,843	,580	-3,27	1,12
		25	3,236 [*]	,959	,006	,73	5,74
	25	15	-16,029 [*]	,770	,000	-18,04	-14,02
		20	-4,311 [*]	,810	,000	-6,42	-2,20
		22	-3,236 [*]	,959	,006	-5,74	-,73
Dunnett T3	15	20	11,718 [*]	,602	,000	10,10	13,34
		22	12,793 [*]	,641	,000	11,04	14,55
		25	16,029 [*]	,874	,000	13,58	18,48
	20	15	-11,718 [*]	,602	,000	-13,34	-10,10
		22	1,075	,605	,396	-,60	2,75
		25	4,311 [*]	,849	,000	1,91	6,71
	22	15	-12,793 [*]	,641	,000	-14,55	-11,04
		20	-1,075	,605	,396	-2,75	,60
		25	3,236 [*]	,877	,006	,76	5,71
	25	15	-16,029 [*]	,874	,000	-18,48	-13,58
		20	-4,311 [*]	,849	,000	-6,71	-1,91
		22	-3,236 [*]	,877	,006	-5,71	-,76

*. A diferença média é significativa no nível 0.05.

tempo

	temp	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Student-Newman-Keuls ^{a,b}	25	18	31,89		
	22	16		35,13	
	20	35		36,20	
	15	49			47,92
	Sig.		1,000	,185	1,000
Tukey HSD ^{a,b}	25	18	31,89		
	22	16		35,13	
	20	35		36,20	
	15	49			47,92

	Sig.		1,000	,544	1,000
Duncan ^{a,b}	25	18	31,89		
	22	16		35,13	
	20	35		36,20	
	15	49			47,92
	Sig.		1,000	,185	1,000

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 23,947.

b. Os tamanhos de grupos são desiguais. A média harmônica dos tamanhos de grupos é usada. Os níveis de erro de Tipo I não são garantidos.

Regressão linear

Sumarização do modelo

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	,906 ^a	,822	,820	,001917

a. Preditores: (Constante), temp

ANOVA^a

Modelo		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
1	Regressão	,002	1	,002	534,388	,000 ^b
	Resíduo	,000	116	,000		
	Total	,002	117			

a. Variável Dependente: vel_desenv

b. Preditores: (Constante), temp

Coefficientes^a

Modelo		Coefficientes não padronizados B	Erro Padrão	Coefficientes padronizados Beta	t	Sig.
1	(Constante)	,005	,001		5,091	,000
	temp	,001	,000	,906	23,117	,000

a. Variável Dependente: vel_desenv

Outros ajustes

Descrição do modelo

Nome do modelo		MOD_1
Variável dependente	1	vel_desenv
Equação	1	Linear
	2	S ^a
	3	Crescimento ^a
	4	Logística ^a
Variável independente		temp
Constante		Incluídos
Variável cujos Valores Rotulam Observações em Plots		Não especificado

a. O modelo requer que todos os valores não omissos sejam positivos.

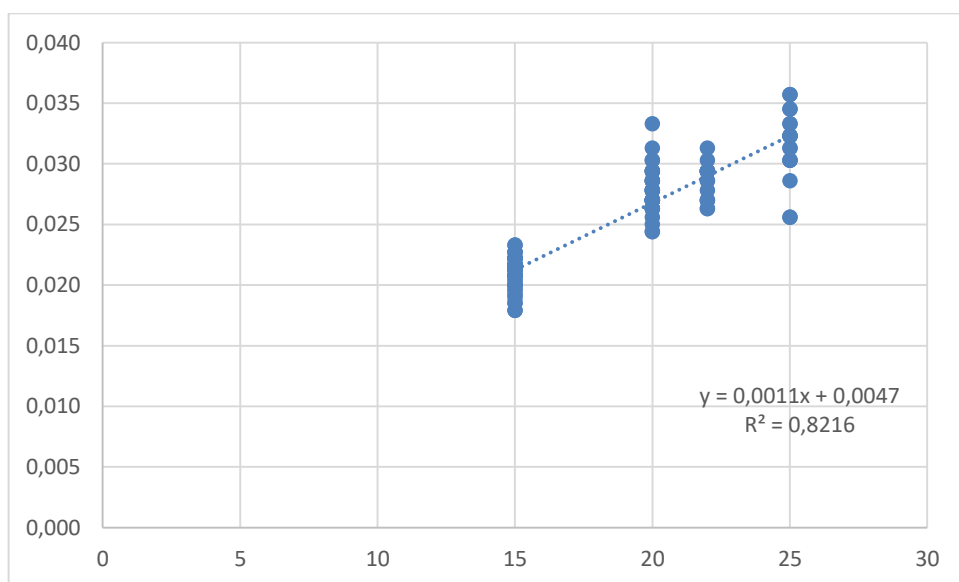
Resumo de processamento de casos

	N
Total de casos	118
Casos excluídos ^a	0
Casos previstos	0
Casos gerados recentemente	0

a. Os casos com um valor omissos em qualquer variável são excluídos da análise.

Cálculo zero de desenvolvimento e da constante térmica

to =-a/b -4,22064 C
K 1/b 904,6822 Cdia



Sumarização do modelo

R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
,915	,837	,835	,064

A variável independente é temp.

ANOVA

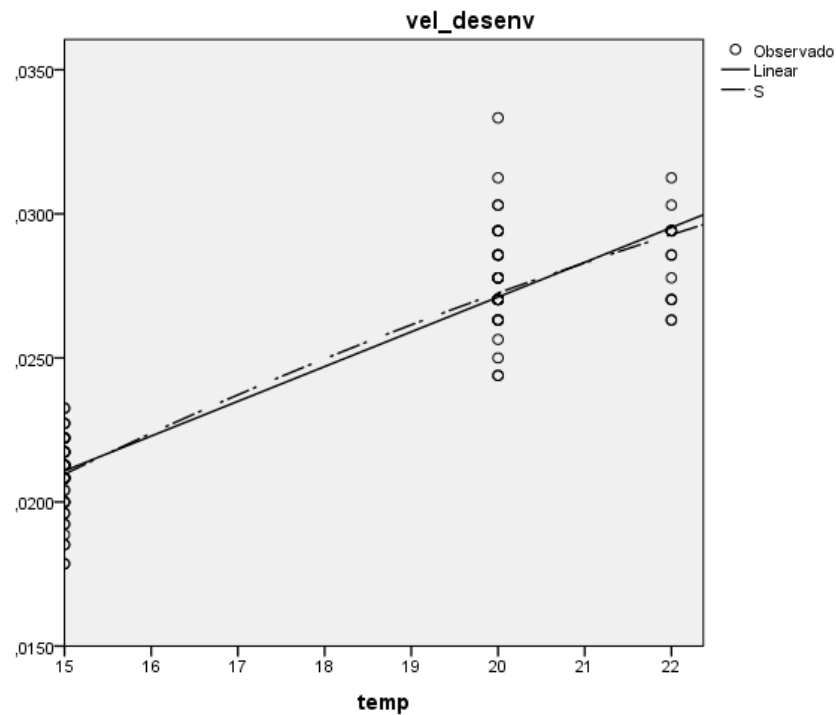
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	2,086	1	2,086	501,474	,000
Resíduo	,408	98	,004		
Total	2,494	99			

A variável independente é temp.

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.
1 / temp	-15,752	,703	-,915	-22,394	,000
(Constante)	-2,815	,041		-68,796	,000

A variável dependente é ln(vel_desenv).



Desenvolvimento embrionário –

N=454

Variáveis Inseridas/Removidas^a

Modelo	Variáveis inseridas	Variáveis removidas	Método
1	temp_embrión ^b	.	Inserir

a. Variável Dependente: vel_embrión

b. Todas as variáveis solicitadas inseridas.

Sumarização do modelo

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	,583 ^a	,339	,338	,0784405

a. Preditores: (Constante), temp_embrión

ANOVA^a

Modelo		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
1	Regressão	1,429	1	1,429	232,253	,000 ^b
	Resíduo	2,781	452	,006		
	Total	4,210	453			

a. Variável Dependente: vel_embrión

b. Preditores: (Constante), temp_embrión

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients não padronizados		Coefficients padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	(Constante)	-,001	,021		-,048	,961
	temp_embrión	,016	,001	,583	15,240	,000

a. Variável Dependente: vel_embrión

$$T = -a/b; k = 1/b$$

zero desenv **0,065098** estranho

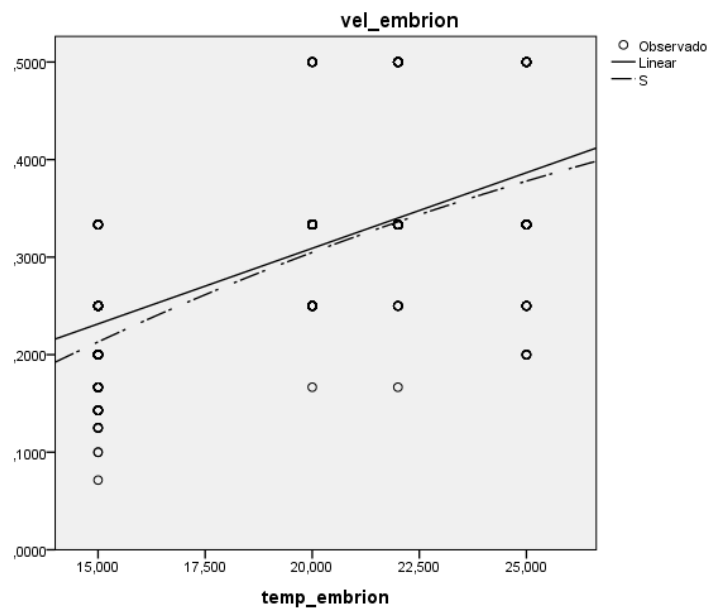
constante térmica **64,50372**

Sumarização do modelo e estimativas dos parâmetros

Variável dependente: vel_embrión

Equação	R quadrado	Sumarização do modelo				Sig.	Estimativas de Parâmetro	
		F	gl1	gl2			Constante	b1
Linear	,339	232,253	1	452	,000		-,001	,016
S	,421	328,031	1	452	,000		-,113	-21,492

A variável independente é temp_embrión.



Desenvolvimento larvar

N=233

Variáveis Inseridas/Removidas^a

Modelo	Variáveis inseridas	Variáveis removidas	Método
1	temp_larvar ^b		Inserir

a. Variável Dependente: vel_larvar

b. Todas as variáveis solicitadas inseridas.

Sumarização do modelo

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	,621 ^a	,385	,382	,0072504

a. Preditores: (Constante), temp_larvar

ANOVA^a

Modelo		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
1	Regressão	,008	1	,008	144,643	,000 ^b
	Resíduo	,012	231	,000		
	Total	,020	232			

a. Variável Dependente: vel_larvar

b. Preditores: (Constante), temp_larvar

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	(Constante)	,025	,003		9,648	,000
	temp_larvar	,002	,000	,621	12,027	,000

a. Variável Dependente: vel_larvar

zero desenv -16,5925

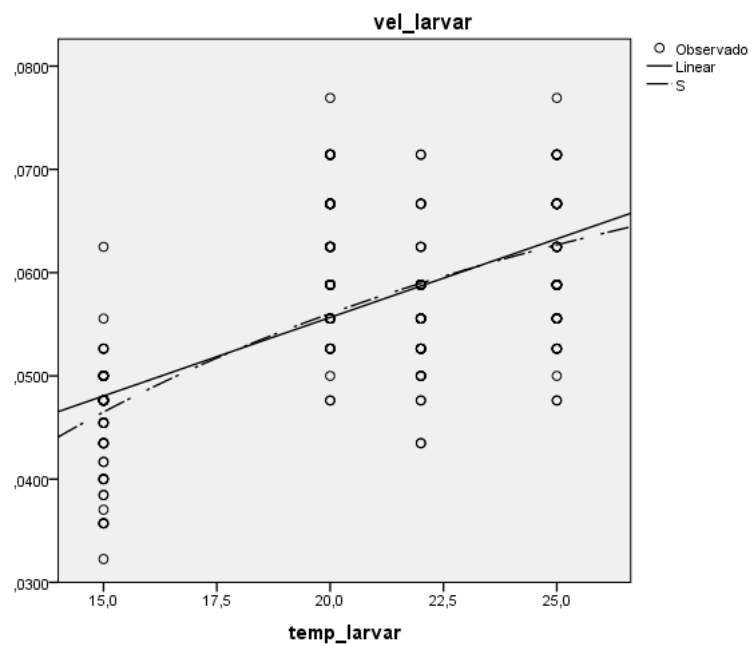
constante térmica 657,4069

Sumarização do modelo e estimativas dos parâmetros

Variável dependente: vel_larvar

Equação	R quadrado	Sumarização do modelo				Estimativas de Parâmetro	
		F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Linear	,385	144,643	1	231	,000	,025	,002
S	,455	193,211	1	231	,000	-2,321	-11,204

A variável independente é temp_larvar.



Desenvolvimento pupal

N=221

Sumarização do modelo

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	,851 ^a	,725	,722	,0062381

a. Preditores: (Constante), temp_pupa

ANOVA^a

Modelo		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
1	Regressão	,012	1	,012	302,959	,000 ^b
	Resíduo	,004	115	,000		
	Total	,016	116			

a. Variável Dependente: vel_pupa

b. Preditores: (Constante), temp_pupa

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	(Constante)	,008	,003		2,657	,009
	temp_pupa	,003	,000	,851	17,406	,000

a. Variável Dependente: vel_pupa

Zero de desenvolvimento negativo

zero de desenvolvimento -2,94733

constante térmica 369,5115

Sumarização do modelo e estimativas dos parâmetros

Variável dependente: vel_pupa

Equação	R quadrado	Sumarização do modelo				Estimativas de Parâmetro	
		F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Linear	,725	302,959	1	115	,000	,008	,003
S	,760	364,579	1	115	,000	-1,955	-16,248

A variável independente é temp_pupa.

Sumarização do modelo

R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
,872	,760	,758	,097

A variável independente é temp_pupa.

ANOVA

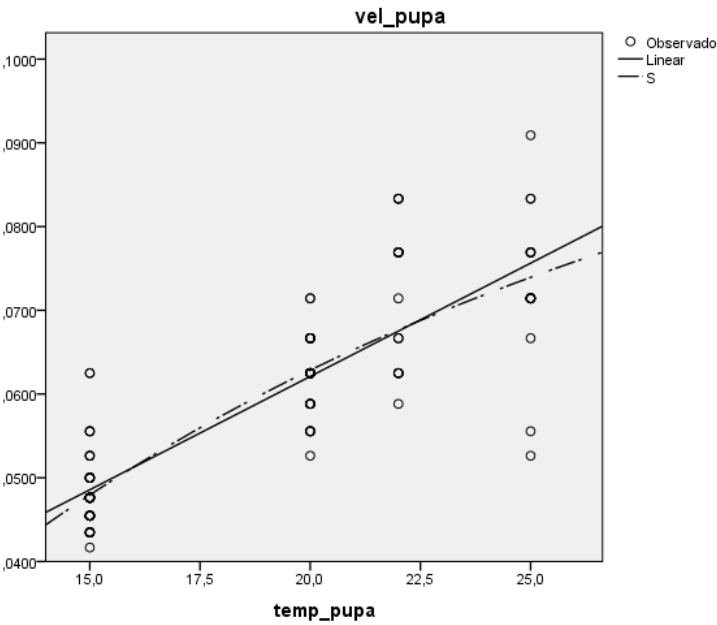
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	3,438	1	3,438	364,579	,000
Resíduo	1,085	115	,009		
Total	4,523	116			

A variável independente é temp_pupa.

Coefficientes

	Coefficients não padronizados		Coefficients padronizados		
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.
1 / temp_pupa	-16,248	,851	-,872	-19,094	,000
(Constante)	-1,955	,048		-41,145	,000

A variável dependente é ln(vel_pupa).



O presente trabalho foi realizado no âmbito do Projeto ProDeR Safebrocolo nº 57152, financiado pelo ProDeR, medida 4.1., cooperação para a inovação “Melhoria do sistema produtivo com base em modelos de risco para alternaria e mosca da couve”.

